



TESIS - PM147501

**OPTIMASI SUMBERDAYA LAYANAN *SERVICE*  
UNTUK MEMAKSIMALKAN *PROFIT* DI AUTO2000  
SUNGKONO DENGAN METODE SIMULASI**

AHMAD AZKIA ROMAS  
NRP: 9111201413

PEMBIMBING:  
Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc

PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN INDUSTRI  
PROGRAM PASCASARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015



THESIS - PM147501

# **OPTIMIZATION OF WORKSHOP SERVICE RESOURCE TO MAXIMIZE PROFIT IN AUTO2000 SUNGKONO BY SIMULATION METHOD**

AHMAD AZKIA ROMAS  
NRP: 9111201413

SUPERVISOR:  
Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc

PROGRAM MAGISTER MANAGEMENT OF TECHNOLOGY  
MAJOR OF INDUSTRIAL MANAGEMENT  
POST GRADUATE  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015

# OPTIMASI SUMBERDAYA LAYANAN *SERVICE* UNTUK MEMAKSIMALKAN *PROFIT* DI AUTO2000 SUNGKONO DENGAN METODE SIMULASI

Nama : Ahmad Azkia R  
NIM : 9111201413  
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc.

## ABSTRAK

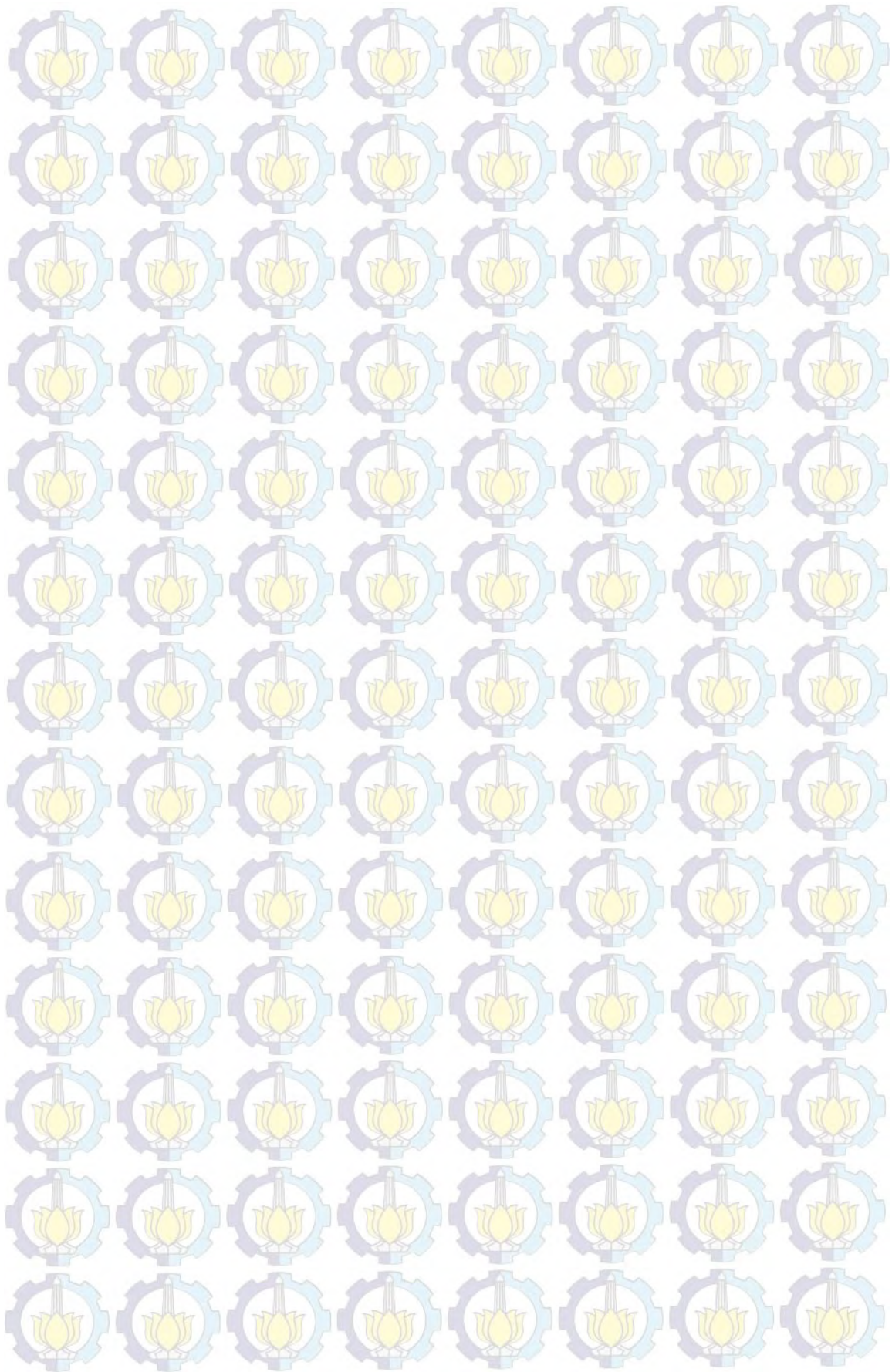
Salah satu penopang bisnis otomotif di Auto2000 Sungkono adalah layanan purna jual yaitu *service* dan *spare part*. Layanan ini selain berperan sebagai pendukung penjualan unit baru, juga diharapkan sebagai penyumbang *profit* bagi perusahaan. Di tengah penurunan *profit* dari penjualan unit baru di tahun 2014 sebesar 42%, layanan *service* mampu mencatat pertumbuhan sebesar 6%. Oleh karena itu pengelolaan sumberdaya layanan *service*, seperti *manpower*, *stall*, dan stok suku cadang menjadi sangat penting dalam meningkatkan *revenue* sekaligus menekan biaya perusahaan. Tantangannya adalah bagaimana menentukan komposisi sumber daya yang optimal. Sumber daya yang terlalu kecil berpotensi menimbulkan *loss* dan ketidakpuasan pelanggan, sebaliknya sumberdaya yang berlebih akan menaikkan *cost* perusahaan.

Penelitian ini ditujukan untuk menciptakan model sistem layanan *service* dan *part* yang akan digunakan untuk menganalisis dan menentukan komposisi sumberdaya yang optimal: *manpower*, *stall* dan suku cadang dengan tujuan memaksimalkan profit perusahaan. Pemodelan sistem menggunakan metode simulasi dengan bantuan suatu perangkat lunak dan pengambilan kesimpulan berdasarkan analisis statistik terhadap hasil simulasi yang diperoleh.

Hasil simulasi menunjukkan pengaruh signifikan dari semua variabel dan keuntungan maksimal per hari yang bisa dicapai adalah Rp. 11.364.925 pada skenario komposisi variabel tertentu.

**Kata kunci:** *bisnis otomotif, layanan service dan part, simulasi*







# OPTIMIZATION OF WORKSHOP SERVICE RESOURCE TO MAXIMIZE PROFIT IN AUTO2000 SUNKONO BY SIMULATION METHOD

Name : Ahmad Azkia R  
NIM : 9111201413  
Adviser : Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc.

## ABSTRACT

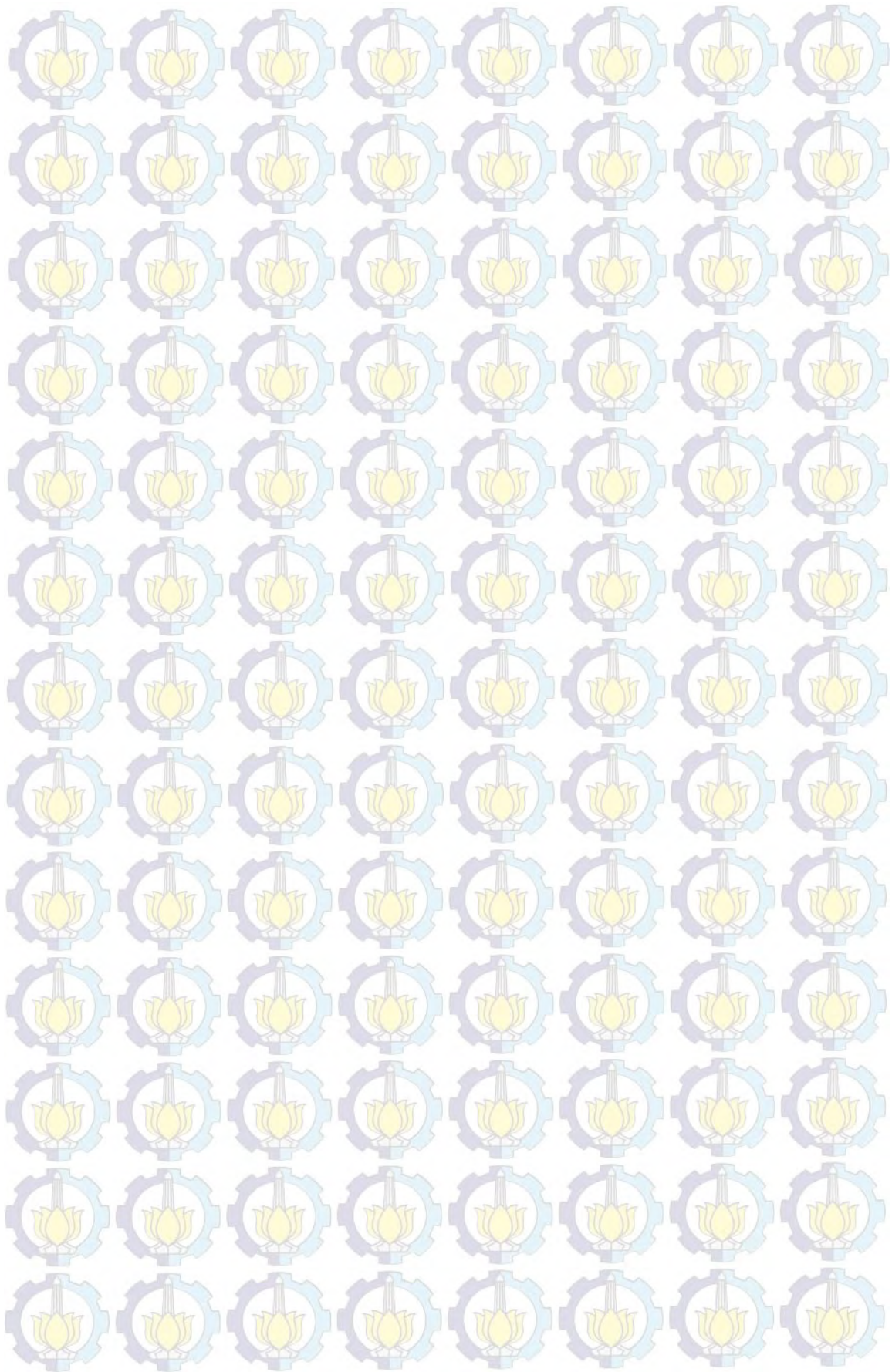
One pillar of the automotive business in Auto2000 Sungkono is after-sales service that is workshop service and spare parts. This service is in addition to acting as a supporting sales of new units, as well as the expected profit contributor for the company. Amid a drop in profit from the sale of new units in 2014 amounted to 42%, workshop service able to record a growth of 6%. Therefore, the workshop resource management, such as manpower, stall, and stocks of spare parts to be very important in increasing revenue while lowering the cost of the company. The challenge is how to determine the optimal composition of resources. Resources that are too small could potentially cause loss and customer dissatisfaction, otherwise the excess resources will raise the cost of the company.

This study aimed to create a model of the workshop service and parts system that will be used to analyze and determine the optimal composition of the resources: manpower, stall and spare parts with the aim of maximizing corporate profits. System modeling uses simulation methods with the help of a software and conclusions are made based on statistical analysis of simulation results.

The simulation results show the significant influence of all the variables and maximum profit per day that can be achieved is Rp. 11.364.925 on certain variable composition scenarios.

**Keyword:** *automotive business, workshop service, simulation*







# OPTIMASI SUMBERDAYA LAYANAN SERVICE UNTUK MEMAKSIMALKAN PROFIT DI AUTO2000 SUNGKONO DENGAN METODE SIMULASI

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

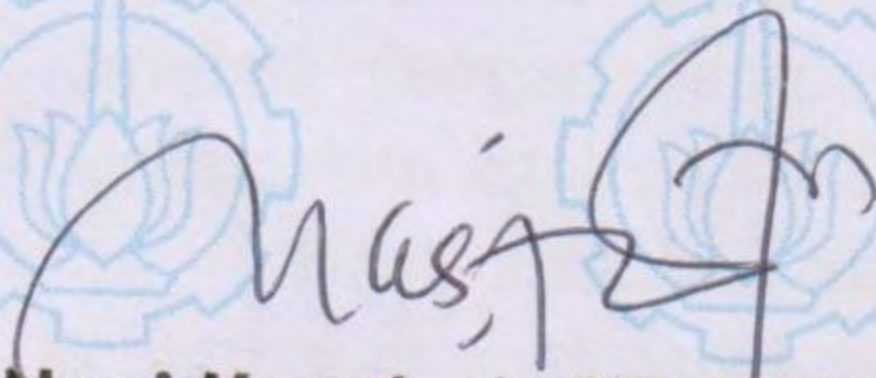
**AHMAD AZKIA ROMAS**  
NRP. 9111 201 413

Tanggal Ujian : 10 Juli 2015  
Periode Wisuda : September 2015

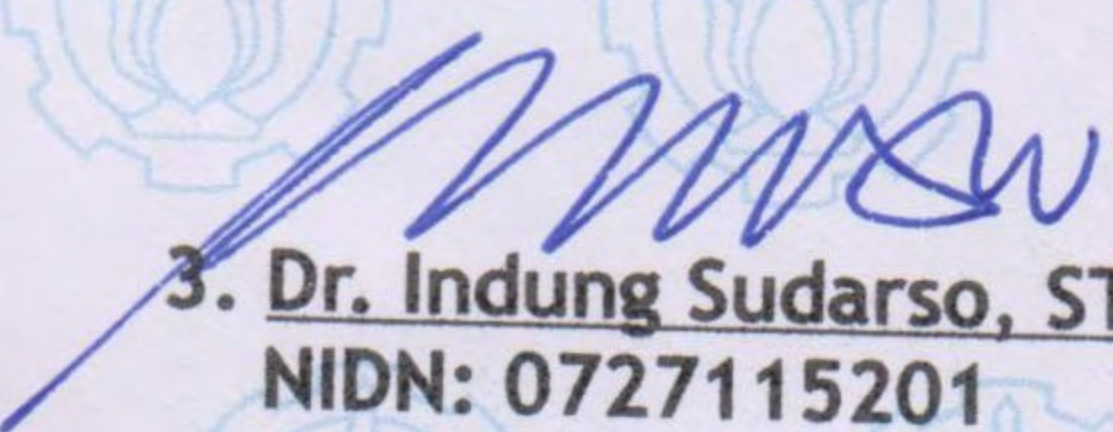
Disetujui oleh :

  
1. Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc  
NIP: 195204171979031002

(Pembimbing)

  
2. Nani Kurniati, ST, MT, PhD  
NIP: 197504081998022001


(Penguji I)

  
3. Dr. Indung Sudarso, ST, MT  
NIDN: 0727115201

(Penguji II)

Direktur Program Pascasarjana,



  
Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT  
NIP. 19640405 199002 1001



## KATA PENGANTAR

Tiada terkira rasa syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas petunjuk dan inspirasinya, tesis ini yang berjudul : “Optimasi Sumber Daya Layanan *Service* untuk Memaksimalkan *Profit* di Auto2000 Sungkono” dapat diselesaikan dengan baik. Adapun penyusunan tesis ini dimaksudkan sebagai syarat untuk kelulusan Program Magister Manajemen Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Sehubungan dengan hal tersebut, penulis menghaturkan penghargaan dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

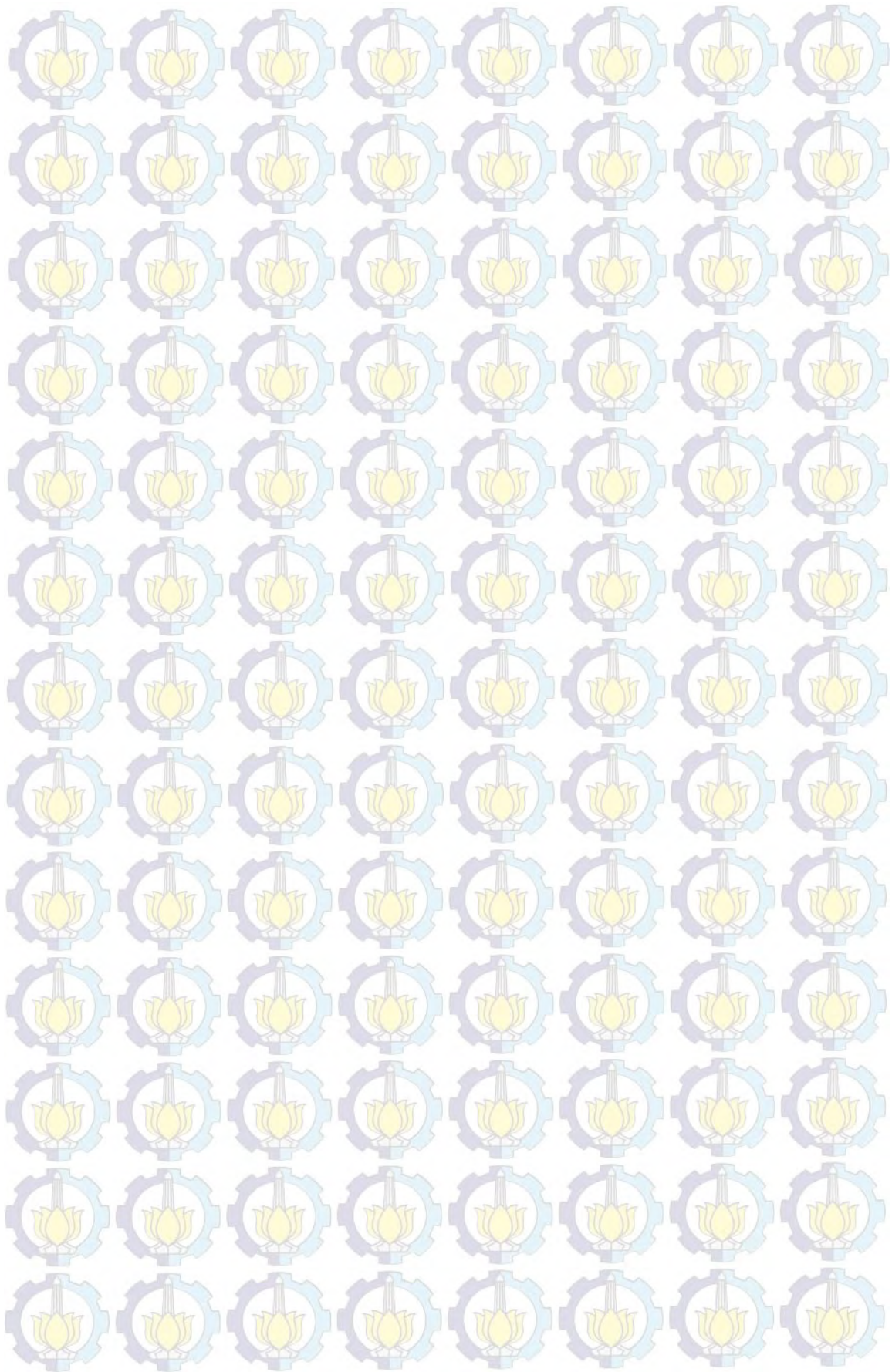
1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abdullah Shahab, MSc selaku dosen pembimbing atas inspirasi dan motivasinya
2. Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum selaku Koordinator Program Studi MMT-ITS atas kebijaksanaannya
3. Seluruh dosen pengajar serta staf administrasi di MMT-ITS yang sangat banyak membantu dan menginspirasi
4. Rekan-rekan seperjuangan di jurusan Manajemen Industri MMT-ITS
5. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dengan kasih sayangnya

Akhir kata, penulis sangat mengharapkan segala masukan dari berbagai pihak agar kualitas penelitian ini semakin baik. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi manfaat baik untuk institusi perusahaan, almamater maupun masyarakat.

Balikpapan, Juli 2015

Penulis







## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan dan Asumsi .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Pemodelan Simulasi .....	7
2.1.1 Jenis Simulasi .....	7
2.1.2 Metodologi Simulasi .....	8
2.1.3 Perangkat Lunak Simulasi .....	11
2.2 Posisi Penelitian .....	17
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	19
3.1 Rancangan Penelitian .....	19
3.2 Tahap Identifikasi Masalah .....	20
3.3 Penetapan Tujuan .....	20
3.4 Studi Pustaka .....	20
3.5 Pengumpulan Data .....	20
3.6 Formulasi Model .....	22
3.7 Validasi Model .....	24
3.8 Mendesain Eksperimen .....	24
3.9 Menjalankan Eksperimen .....	25
3.10 Evaluasi Hasil .....	26



<b>BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>	27
4.1 Pengumpulan Data	27
4.1.1 <i>Unit Entry</i>	27
4.1.2 Data Waktu Proses	27
4.1.3 Suku Cadang	28
4.1.4 Biaya Suku Cadang	29
4.1.5 Biaya <i>Manpower</i>	29
4.1.6 Biaya <i>Stall</i>	29
4.2 Pengolahan Data	30
4.2.1 Parameter Waktu	30
4.2.2 Probabilitas	30
4.2.3 <i>Loss Service</i> dan <i>Loss Part</i>	31
4.2.4 <i>Initial Variable</i>	32
<b>BAB 5 SIMULASI DAN ANALISIS</b>	35
5.1 <i>Diagram Model</i>	35
5.1.1 Modul <i>Reception</i>	35
5.1.2 Modul <i>Service</i>	35
5.1.3 Modul <i>Part</i>	36
5.1.4 Modul <i>Finish Service</i>	37
5.2 Validasi Model	39
5.3 <i>Setting</i> Parameter	40
5.4 <i>Output</i> Simulasi	41
5.5 Analisis Data <i>Output</i>	43
5.5.1 Analisis <i>Mean</i>	43
5.5.2 Analisis Grafik	44
5.5.3 Analisis Varian	47
5.5.4 Pembahasan	48
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	51
6.1 Kesimpulan	51
6.2 Saran	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	53
<b>LAMPIRAN</b>	55



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	<i>Financial KPI</i> .....	2
Tabel 1.2	Komposisi Biaya Operasional .....	3
Tabel 1.3	<i>Unit Entry Service</i> berdasarkan Jenis Layanan .....	6
Tabel 1.4	<i>Unit entry Service</i> berdasarkan Tipe Kendaraan .....	6
Tabel 1.5	<i>Fast Moving Part</i> Tipe Avanza .....	6
Tabel 2.1	Posisi Penelitian .....	17
Tabel 3.1	Tabel Desain Eksperimen (disederhanakan) .....	25
Tabel 4.1	<i>Unit Entry</i> tipe Avanza .....	27
Tabel 4.2	<i>Unit Entry</i> Servis Berkala tipe Avanza .....	27
Tabel 4.3	Waktu Proses Servis .....	28
Tabel 4.4	<i>Fast Moving Part</i> Tipe Avanza .....	28
Tabel 4.5	Parameter Waktu Simulasi .....	30
Tabel 4.6	Probabilitas Jenis Servis Berkala .....	30
Tabel 4.7	Probabilitas Penggantian Suku Cadang .....	31
Tabel 4.8	<i>Loss Service</i> .....	32
Tabel 4.9	<i>Initial Value Variable Manpower, Stall Servis &amp; Parkir</i> .....	33
Tabel 4.10	<i>Initial Value Variable Part</i> .....	33
Tabel 5.1	Interpretasi Uji Perbandingan Rata-rata .....	40
Tabel 5.2	<i>Output</i> Hasil Simulasi .....	42
Tabel 5.3	Data Ranking <i>Profit</i> .....	43
Tabel 5.4	Interpretasi Uji Hipotesis .....	48







<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	
A	<i>Output</i> Hasil Simulasi.....55
B	Waktu Proses.....64
C	Kode Program SIMAN .....68







## BAB 1


### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar belakang

Bisnis otomotif merupakan salah satu aktivitas ekonomi yang memainkan peran signifikan dalam perekonomian, bahkan perkembangannya dijadikan salah satu indikator perekonomian. Pada tahun 2013, Sektor Pengangkutan dan Komunikasi menyumbang PDB sejumlah Rp. 636,9 triliun dengan laju pertumbuhan tertinggi yaitu sebesar 10,19% (BPS, 2014). Pada tahun yang sama tercatat sejumlah 1.229.901 unit kendaraan baru roda empat terjual oleh lebih dari seribu *dealer* resmi maupun importir umum (Gaikindo, 2014).

Suatu *dealer* resmi (*authorized dealer*) suatu merek kendaraan roda empat pada umumnya memiliki dua layanan utama yaitu:

- a. Penjualan unit baru (merek tertentu)
- b. Layanan purna jual (*service* dan suku cadang)



Gambar 1.1. Peta Dealer Toyota di Surabaya

PT. Astra International – Toyota (Auto2000) cabang Sungkono merupakan salah satu dari 10 *dealer* resmi kendaraan roda empat merek Toyota di wilayah

Gambar 1.1. Peta *Dealer* Toyota di Surabaya

PT. Astra International – Toyota (Auto2000) cabang Sungkono merupakan salah satu dari 10 *dealer* resmi kendaraan roda empat merek Toyota di wilayah



Kota Surabaya yang memiliki produk layanan seperti tersebut di atas. Ditinjau dari segi profitabilitas, penjualan unit baru umumnya masih menjadi penyumbang terbesar profit bagi perusahaan. Sebagaimana yang terlihat pada Tabel 1.1, *Gross Profit* pada tahun 2013 mencapai Rp. 55,691,566 dengan 81,2% berasal dari penjualan unit baru. Namun pada tahun 2014, angka ini turun sebesar 33% menjadi Rp. 37,290,326. Penurunan ini akibat dari penjualan unit baru yang turun 42%. Sementara di sisi lain *Gross Profit* dari *Service* dan *Part* justru menunjukkan tren bertumbuh sebesar 6%. Kondisi ini yang membuat layanan *Service* dan *Part* sangat diandalkan untuk mendukung profitabilitas perusahaan.

Tabel 1.1. *Financial KPI*

<b>Financial KPI</b>	<b>Tahun</b>		<b>Growth</b>
	<b>2013</b>	<b>2014</b>	
Total Unit Sales	2,382	1,880	-21%
Total Unit Entry Service	27,537	28,220	2%
<b>Gross Sales</b>			
Unit Sales	460,222,036	354,069,928	-23%
Service & Part	29,340,868	31,469,829	7%
<b>Total</b>	489,562,903	385,539,757	-21%
<b>Gross Profit</b>			
Unit Sales	45,257,225	26,195,881	-42%
Service & Part	10,434,341	11,094,446	6%
<b>Total</b>	55,691,566	37,290,326	-33%
Operational Expense	18,917,171	24,190,417	28%
Net Profit	36,774,395	13,099,909	-64%

Pendapatan layanan *Service* dan *Part* utamanya diperoleh dari penjualan jasa dan suku cadang. Produk layanan utama pada suatu bengkel resmi adalah Servis Berkala (setiap kelipatan 10.000 km) yang pada tahun 2013 menyumbang 54,5% dari unit yang masuk ke bengkel. Selain Servis Berkala juga terdapat layanan *General Repair* untuk perbaikan terhadap kerusakan tertentu sesuai kebutuhan pelanggan.

Selain itu terdapat komponen biaya operasional yang memiliki pengaruh signifikan terhadap profitabilitas perusahaan. Dalam tabel 1.2 dapat diketahui bahwa tiga komponen biaya operasional terbesar adalah dari *Employee*



*Compensation*, Bunga R/C dan *Rent Expense*. *Employee Compensation* mencakup gaji dan tunjangan untuk karyawan. Biaya Bunga R/C timbul akibat inventori yang ada pada perusahaan. Sementara *Rent Expense* merupakan biaya sewa perusahaan atas aset tertentu, termasuk di dalamnya adalah lahan untuk *showroom* dan *stall* bengkel.

Tabel 1.2. Komposisi biaya operasional

Item Biaya Operasional	Nilai	%
<i>Employee Compensation</i>	7,075,083	37%
<i>Bunga R/C</i>	2,246,198	12%
<i>Rent Expense</i>	1,170,652	6%
<i>Marketing and Publicity</i>	1,040,322	5%
<i>Advertising and Promotion</i>	1,015,377	5%
<i>Repair and Maintainance</i>	971,078	5%
<i>Office Expenses</i>	863,226	5%
<i>Tax &amp; Licenses</i>	745,656	4%
<i>Other Internal Allocation</i>	472,251	2%
<i>Depreciation</i>	467,468	2%
<i>Utility and Energy</i>	428,113	2%
<i>Security Expense</i>	372,845	2%
<i>Jamsostek &amp; Pension</i>	372,474	2%
<i>Communications</i>	280,934	1%
<i>Transportation</i>	235,844	1%
<i>Predelivery Inspection</i>	154,176	1%
<i>Uniform</i>	146,056	1%
<i>Bank Charges</i>	141,943	1%
<i>Representation</i>	131,090	1%
<i>Insurance Expense</i>	125,666	1%
<i>Profesional Fees</i>	124,185	1%
<i>Others</i>	336,536	2%
<b>TOTAL</b>	<b>18,917,171</b>	<b>100%</b>

Dengan mempertimbangkan ketiga komponen biaya terbesar ini maka dalam perencanaan layanan *service* dan *part*, faktor jumlah *manpower*, inventori suku cadang dan jumlah *stall* memiliki pengaruh signifikan pada profitabilitas perusahaan. Di satu sisi jumlah *manpower*, *stall* dan suku cadang yang besar akan menimbulkan *cost* yang tinggi. Namun di sisi lain, jumlah ketiganya yang terlalu sedikit akan menimbulkan *loss sales* akibat pelanggan yang kecewa tidak dapat



dilayani dan memilih alternatif bengkel lainnya. Pada akhirnya baik *cost* maupun *loss* ini sama-sama akan menimbulkan kerugian pada perusahaan.

Berdasarkan problem tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk bisa menjadi acuan dalam perencanaan sumber daya perusahaan khususnya pada layanan servis agar seluruh biaya baik dari *cost* maupun *loss* dapat diminimalisasi seoptimal mungkin sehingga profit dapat dimaksimalkan.

Penelitian ini dijalankan dengan metode simulasi dengan menggunakan perangkat lunak khusus simulasi. Adapun metode statistik digunakan dalam analisis data *output* dan pengambilan kesimpulan.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka pokok permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah menentukan komposisi sumber daya perusahaan (*manpower*, *stall* dan stok suku cadang) untuk memaksimalkan profit perusahaan.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Menciptakan model simulasi sistem layanan *service* dan *part* (bengkel dan suku cadang) di AUTO2000 Sungkono
- b. Menentukan komposisi sumberdaya *manpower*, *stall* dan stok suku cadang yang optimal untuk memaksimalkan *profit*



#### 1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Memperoleh model simulasi sistem layanan *service* dan *part* untuk keperluan analisis dan pengembangan
- b. Mendapatkan acuan dalam menentukan komposisi sumber daya (*manpower*, *stall* dan stok suku cadang) yang optimal untuk memaksimalkan *profit*.
- c. Membantu dalam upaya meningkatkan kepuasan pelanggan dan kinerja bisnis *service* dan *part* Auto2000 cabang Sungkono.

#### 1.5. Batasan dan Asumsi

Penelitian ini didasarkan pada batasan dan asumsi sebagai berikut:

- a. Data yang dijadikan referensi adalah data pada periode bulan Oktober – Desember 2013 di Auto2000 cabang Sungkono
- b. Jenis produk layanan bengkel yang diteliti adalah Servis Berkala yang mencakup mayoritas *unit entry* sesuai Tabel 1.3.
- c. Jenis kendaraan, pekerjaan dan suku cadang mengacu pada tipe kendaraan Toyota Avanza yang merupakan tipe kendaraan terbanyak pada *Unit Entry Service* sesuai data pada Tabel 1.4.
- d. Variabel yang digunakan dalam analisis dan pemodelan adalah *manpower*/teknisi, *stall* servis dan *stall* parkir serta jumlah stok 10 item suku cadang *Fast Moving* sesuai Tabel 1.5.
- e. Kecepatan unit, pengaruh lingkungan, peralatan dan manusia dianggap konstan
- f. Jam kerja perhari dianggap murni tujuh jam tanpa adanya lembur
- g. Perhitungan biaya mengacu pada ketentuan umum yang berlaku di perusahaan



Tabel 1.3. *Unit Entry Service* berdasarkan Jenis Layanan

Jenis Layanan	Jumlah (unit)	%
Servis Berkala	14994	54.5%
Perbaikan Umum	12543	45.5%

Tabel 1.4. *Unit Entry Service* berdasarkan Tipe Kendaraan

Tipe	Jumlah (unit)	%
Avanza	8829	32.1%
Innova Diesel	5562	20.2%
Innova Bensin	4657	16.9%
Yaris	1847	6.7%
Fortuner Diesel	1298	4.7%
Rush	871	3.2%
Camry	664	2.4%
Kijang Bensin	638	2.3%
Alphard	445	1.6%
Fortuner Bensin	431	1.6%
Lainnya	2295	8.3%
TOTAL	27537	100.0%

Tabel 1.5. *Fast Moving Part* Tipe Avanza

No Material	Deskripsi	Monthly Average Demand (pcs)	Harga (Rp)
08880-83220	ENGINE OIL	298.1	260,000
15601-BZ010	OIL FILTER	270.6	35,000
9004A-91032	SPARK PLUG	132.8	86,000
17801-BZ050	ELEMENT S/A, AIR CLEANER	50.7	130,000
08823-80011	BRAKE FLUID	48.8	67,000
08885-80930	GEAR OIL	47.9	275,000
08886-81130	POWER STEERING FLUID	42.5	49,500
04465-BZ010	PAD KIT, DISC BRAKE	22.5	425,000
08889-80100	SUPER LONG LIFE COOLANT	22.1	31,900
28800-YZZNJ	BATTERY	21.0	571,000



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pemodelan Simulasi

Simulasi berarti menjalankan eksperimen pada suatu model menirukan sistem di dunia nyata. Contohnya adalah *flight simulator*, *video game*, dan sebagainya. Eksperimen dengan simulasi biasanya dilakukan sebelum sistem nyata dioperasikan, sebagai petunjuk pada desainnya, untuk melihat bagaimana sistem bereaksi terhadap perubahan aturan operasional maupun perubahan struktural (Chase et al, 2006).

Teknik simulasi lebih sesuai untuk situasi dimana teknik optimasi sulit atau tidak mungkin diterapkan. Beberapa hal yang biasa diteliti dengan metode simulasi adalah problem antrian yang kompleks, inventori, *layout* fasilitas serta *maintenance*.

##### 2.1.1. Jenis Simulasi

Suatu simulasi umumnya dapat dikelompokkan sebagai berikut (Law, et al, 2000):

##### a. Statis vs Dinamis

Model simulasi statis adalah representasi suatu sistem pada waktu tertentu sehingga perubahan waktu tidak berpengaruh pada sistem. Contoh simulasi jenis ini adalah Monte Carlo. Di sisi lain, simulasi dinamis merepresentasikan sistem yang berubah sepanjang waktu, contohnya adalah simulasi gerakan roket.

##### b. Deterministik vs Stokastik

Apabila model simulasi tidak mengandung komponen yang bersifat acak sehingga *outputnya* konstan untuk variabel yang tetap, maka dinamakan deterministik. Contohnya adalah model yang menggambarkan suatu reaksi kimia. Namun banyak model simulasi yang memiliki komponen *input* yang acak sehingga menyebabkan *outputnya* juga acak. Ini yang dinamakan stokastik. Contohnya model antrian dan sistem inventori.

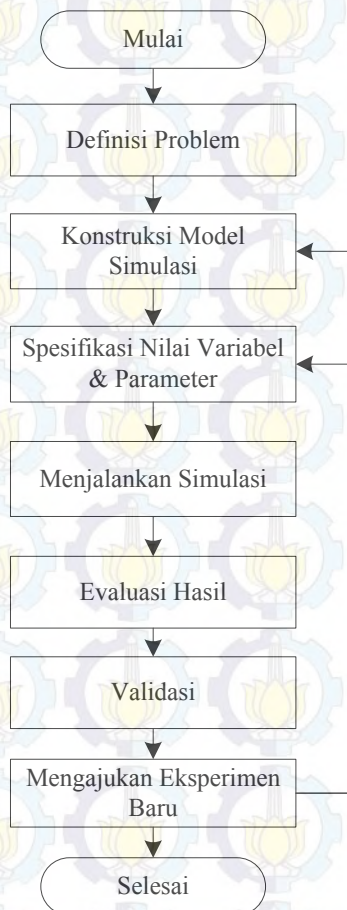


### c. Kontinyu vs Diskrit

Sistem Diskrit adalah sistem dimana variabelnya berubah hanya pada sejumlah keadaan tertentu dan dapat dihitung pada saat tertentu. Perubahan kedatangan konsumen pada suatu restoran cepat saji merupakan salah satu contoh sistem diskrit. Sementara sistem kontinyu adalah suatu sistem dimana variabelnya berubah secara terus menerus serta dipengaruhi oleh waktu. Contoh sistem ini adalah kecepatan sebuah mobil ketika lepas dari lampu *traffic light*. Variabel kecepatan akan berubah sesuai perubahan waktu.

#### 2.1.2. Metodologi Simulasi

Proses simulasi dilakukan secara bertahap dari sejak identifikasi problem hingga evaluasi hasil sebagaimana digambarkan dalam Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1. Metodologi Simulasi (Chase et al, 2006)



Suatu simulasi dikembangkan dengan metodologi berikut ini (Chase et al, 2006):

**a. Definisi Problem**

Dalam definisi problem ini dilakukan perumusan objektif, identifikasi variabel relevan baik yang dapat dikontrol maupun yang tidak dapat dikontrol. Tujuan bisa berupa memaksimalkan profit atau meminimalkan biaya. Variabel yang terkontrol biasanya yang ada di dalam organisasi, sedangkan yang sulit dikontrol adalah variabel yang berasal dari luar seperti kedatangan pelanggan dan sebagainya.

**b. Konstruksi model simulasi**

Pada tahap ini tahapan proses pada sistem nyata dibuatkan model simulasinya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan parameter dan variabel. Parameter merupakan properti dunia nyata yang bernilai *fixed*, sementara variabel adalah properti yang nilainya bervariasi sejalan dengan simulasi.
2. Membuat aturan keputusan atau aturan operasional. Merupakan kumpulan kondisi atau syarat untuk menjalankan model simulasi. Contohnya aturan prioritas, ketergantungan antar variabel, dan sebagainya
3. Menentukan distribusi probabilitas. Distribusi ini menggunakan distribusi frekuensi empiris ataupun distribusi matematis standar. Distribusi empiris diperoleh dari observasi frekuensi relatif dari beberapa *event* seperti kedatangan antrian, atau permintaan suatu produk.
4. Menentukan prosedur penambahan waktu. Terdapat dua metode: *fixed time increment* dan *variable time increment*. Pada metode *fixed time* penambahan waktu seragam dengan satuan menit, jam ataupun hari. Pada metode *variable time*, waktu ditambahkan sejumlah tertentu untuk inisiasi *event* berikutnya.



#### **c. Spesifikasi Nilai Variabel dan Parameter**

Penentuan nilai variabel dan parameter sebelum menjalankan model simulasi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi awal. Kondisi awal ini penting dalam simulasi berisikan nilai parameter pada saat awal sebelum simulasi dijalankan yang akan mempengaruhi nilai *output* suatu model.
2. Menentukan lamanya simulasi. Lamanya simulasi tergantung tujuan simulasi. Pendekatan umumnya menjalankan simulasi hingga tercapai ekuilibrium atau hingga data yang terkumpul cukup besar untuk dilakukan pengujian statistik.

#### **d. Menjalankan Simulasi**

Saat ini terdapat banyak alternatif menjalankan simulasi baik secara manual ataupun dengan bantuan komputer. Simulasi dengan bantuan komputer dapat dilakukan dengan pemrograman menggunakan bahasa tertentu (misal: C++, Visual Basic, Delphi) ataupun menggunakan perangkat lunak khusus untuk keperluan simulasi seperti: Arena, ProModel, SIMUL8, Tortuga, dan sebagainya.

#### **e. Evaluasi Hasil**

Jenis kesimpulan yang dapat diambil dari suatu simulasi tergantung dari tingkat kesesuaian model dengan sistem nyata. Pada umumnya dalam analisis data hasil simulasi digunakan metode seperti Analisis Varian, Analisis Regresi, *T test*, dan sebagainya. Kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan data pada sistem nyata atau sistem yang serupa. Walaupun demikian, kesimpulan yang paling valid adalah apabila data hasil simulasi diaplikasikan langsung pada sistem yang sesungguhnya.



#### **f. Validasi**

Validasi merupakan proses untuk menguji apakah program simulasi tidak ada kesalahan. Kesalahan yang umum terjadi adalah kesalahan kode dan kesalahan logika. Beberapa alternatif untuk mengatasi problem ini adalah:

1. Mengecek ulang kalkulasi program simulasi dengan komputasi terpisah
2. Melakukan simulasi dengan kondisi saat ini dan langsung membandingkan dengan sistem yang ada.

#### **g. Mengajukan Eksperimen Baru**

Berdasarkan hasil simulasi yang sudah dilakukan dan telah dianalisis, eksperimen berikutnya bisa jadi akan dilakukan dengan mengubah satu atau beberapa parameter, variabel, aturan pengambilan keputusan, kondisi awal dan panjangnya waktu simulasi. Dengan aplikasi nilai yang berbeda diharapkan dapat diperoleh informasi pembanding yang nantinya sangat membantu akurasi pengambilan keputusan.

#### **2.1.3. Perangkat Lunak Simulasi**

Dalam pemrograman simulasi khususnya model *discrete-event* dibutuhkan beberapa fitur sebagai berikut:

1. Membangkitkan angka acak sesuai distribusi probabilitas tertentu
2. Memajukan waktu simulasi
3. Menentukan *event* berikutnya dari daftar *event*
4. Menambah dan menghapus *record* dari suatu *list*
5. Mengumpulkan statistik *output* dan melaporkan hasil
6. Mendeteksi kondisi *error*

Arena™ merupakan paket simulasi *general purpose* yang dikembangkan oleh Rockwell Automation. Paket simulasi ini dikembangkan dari bahasa simulasi yang bernama SIMAN. Untuk kemudahan penggunaan, Arena™ telah menyediakan *user interface* yang berbasis grafis serta animasi.



Beberapa komponen yang mendukung simulasi pada Arena™ (Kelton et al, 2007) adalah sebagai berikut:

a. *Entity*

Merupakan suatu objek dinamis yang dibuat, bergerak dalam sistem, berubah status, mempengaruhi dan dipengaruhi oleh *entity* lainnya, serta mempengaruhi *output* sistem. *Entity* ini dalam kenyataannya bisa berupa suku cadang, dokumen hingga pelanggan.

b. *Atribut*

Bertujuan untuk memberikan karakteristik yang unit untuk suatu entitas tertentu. Atribut ini bisa berupa nama, nilai, warna, prioritas atau juga *due date*.

c. *Global Variabel*

Adalah suatu informasi yang mencerminkan karakteristik dari suatu sistem. Pada Arena terdapat dua jenis variabel: *Built in variable* (banyaknya antrian, banyaknya *server* yang sibuk, *clock time* dan sebagainya) serta *User defined variable* (waktu layanan, waktu transfer, banyaknya pembatalan, dan sebagainya). Seperti atribut, variabel tidak terkait dengan *entity*, namun dapat dirubah nilainya oleh suatu *entity*.

d. *Resource*

Suatu *entity* bersaing dengan *entity* lainnya untuk memperoleh *resource* yang mewakili sesuatu seperti personel, peralatan atau ruang penyimpanan. *Entity* menggunakan (*seize*) *resource* ketika tersedia dan melepaskannya (*release*) ketika telah selesai digunakan. Sebuah *resource* dapat berupa kumpulan beberapa *server* individu yang bekerja secara paralel.

e. *Queue*

Kondisi ini terjadi ketika suatu *entity* tidak dapat bergerak karena *resource* yang ada sedang digunakan *entity* lainnya. *Queue* ini berfungsi sebagai tempat untuk menunggu *resource* hingga tersedia. *Queue* memiliki nama dan tentunya kapasitas sebagai faktor pembatas.



f. *Event*

Adalah sesuatu yang terjadi dalam proses simulasi yang boleh jadi merubah atribut atau variabel. Terdapat tiga jenis *event*:

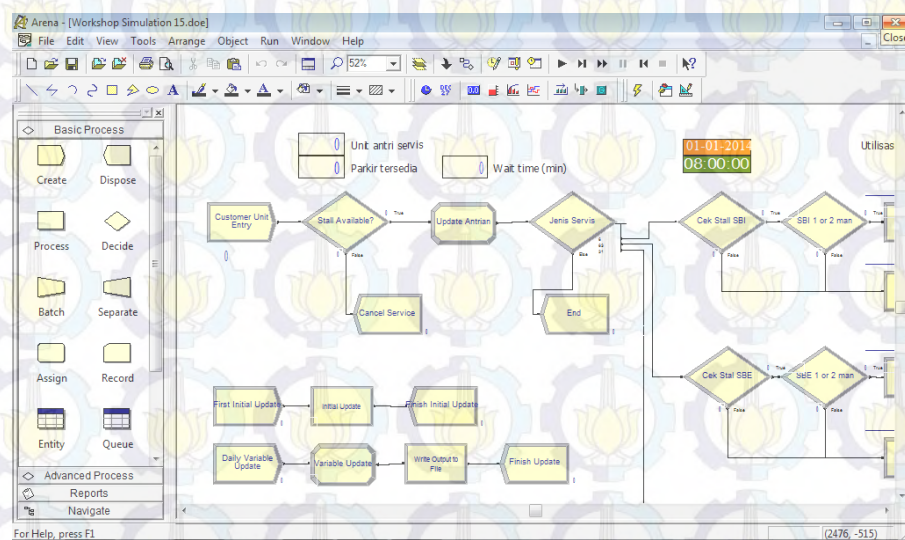
1. *Arrival*
2. *Departure*
3. *The End*

Pada Arena™ terdapat *event calendar* untuk menyimpan informasi *event* yang akan dijalankan, beserta *entity* yang terlibat, waktu *event* dan jenis *event*.

g. *Clock Time*

Waktu simulasi secara sederhana disimpan dalam variabel yang bernama *clock time*. *Clock time* ini berhubungan erat dengan *event calendar*. Pada Arena™, *clock time* ini dapat diakses melalui variabel bernama TNOW.

Antarmuka pengguna (*user interface*) pada Arena™ sebagaimana ditunjukkan Gambar 2.2 menampilkan panel objek model pada sebelah kiri dan panel *flowchart* model pada sebelah kanan. Objek model dipilih dan diaplikasikan pada *flowchart* model sesuai dengan algoritma simulasi.



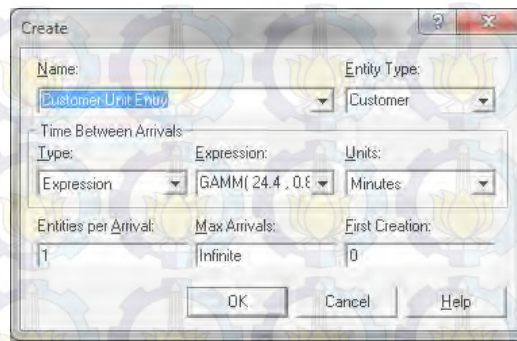
Gambar 2.2. *User Interface Arena*



Beberapa modul yang penting pada *Basic Process Panel* Arena adalah:

a. *Create*

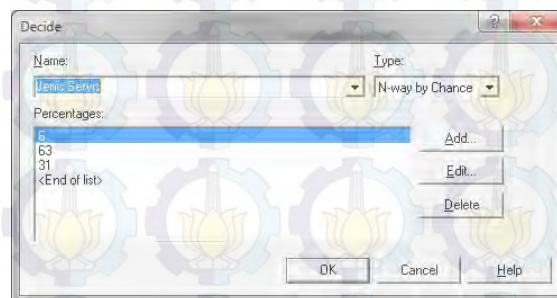
Modul ini dimaksudkan sebagai *starting point* sebuah *entity* pada model simulasi. *Entity* dimunculkan dengan menggunakan sistem *scheduling* atau berdasarkan *time between arrival* (TBA). Nilai TBA bisa berupa konstanta atau angka acak yang mengikuti distribusi tertentu (misalnya: normal, eksponensial, poisson, gamma, dan sebagainya). Selanjutnya *entity* akan berproses melalui seluruh sistem. Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan parameter *entity* dengan TBA berupa ekspresi (dalam contoh ini berdistribusi Gamma).



Gambar 2.3. Modul *Create*

b. *Decide*

Modul ini melakukan proses pengambilan keputusan dalam suatu sistem. Pemilihan keputusan bisa berdasarkan probabilitas atau berupa ekspresi variabel tertentu. Gambar 2.4 menunjukkan contoh pengambilan keputusan dengan probabilitas dalam bentuk persentase.

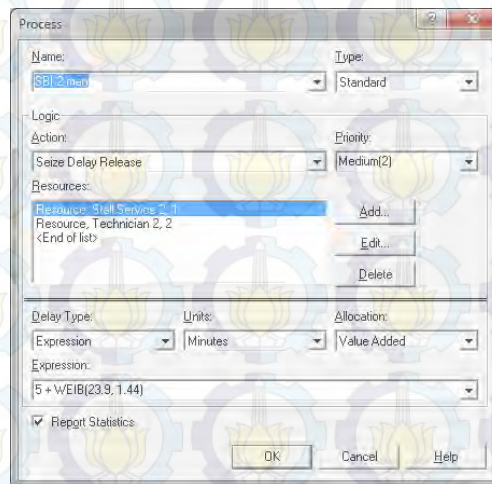


Gambar 2.4. Modul *Decide*



### c. Process

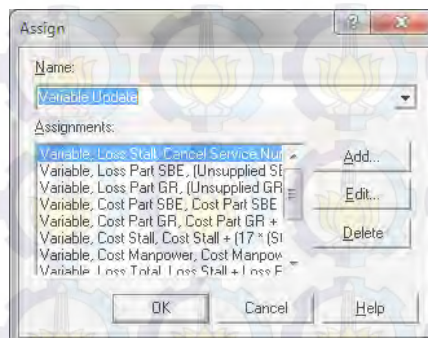
Modul ini menggambarkan proses pada suatu sistem. Setiap kali menjalankan proses modul ini memakai dan melepas *resource*. Waktu proses diperhitungkan sebagai konstanta atau suatu ekspresi variabel atau distribusi data tertentu. Gambar 2.5 menunjukkan proses yang menggunakan dua *resource* sekaligus serta *delay time* dalam bentuk ekspresi berdistribusi tertentu (dalam contoh ini Weibull).



Gambar 2.5. Modul *Process*

### d. Assign

Modul ini digunakan untuk memperbaharui nilai variabel, atribut *entity* selama proses berjalan dalam suatu simulasi. Sebuah modul *Assign* dapat memiliki banyak *assignment*. Gambar 2.6 menunjukkan contoh *assignment* banyak variabel sekaligus dalam satu modul.

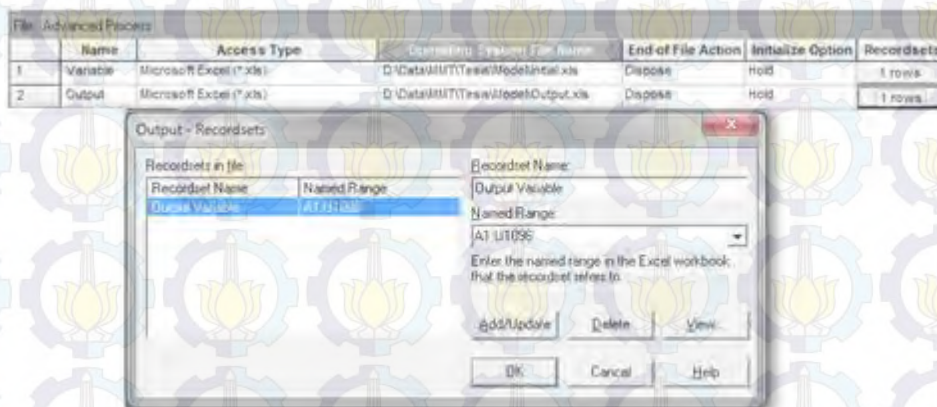


Gambar 2.6. Modul *Assign*



e. *File*

Modul ini berguna untuk mengakses *file* eksternal dengan format teks, MS Excel, MS Access, XML, dan sebagainya. Jadi *assignment initial variable* dapat dibaca dari suatu *file* eksternal sebagaimana *output variable* juga dapat ditulis ke suatu *file* dengan format tertentu. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.7, file berformat umum seperti MS Excel dapat di-*read* dan di-*write* dengan menggunakan modul ini.



Gambar 2.7. Modul *File*



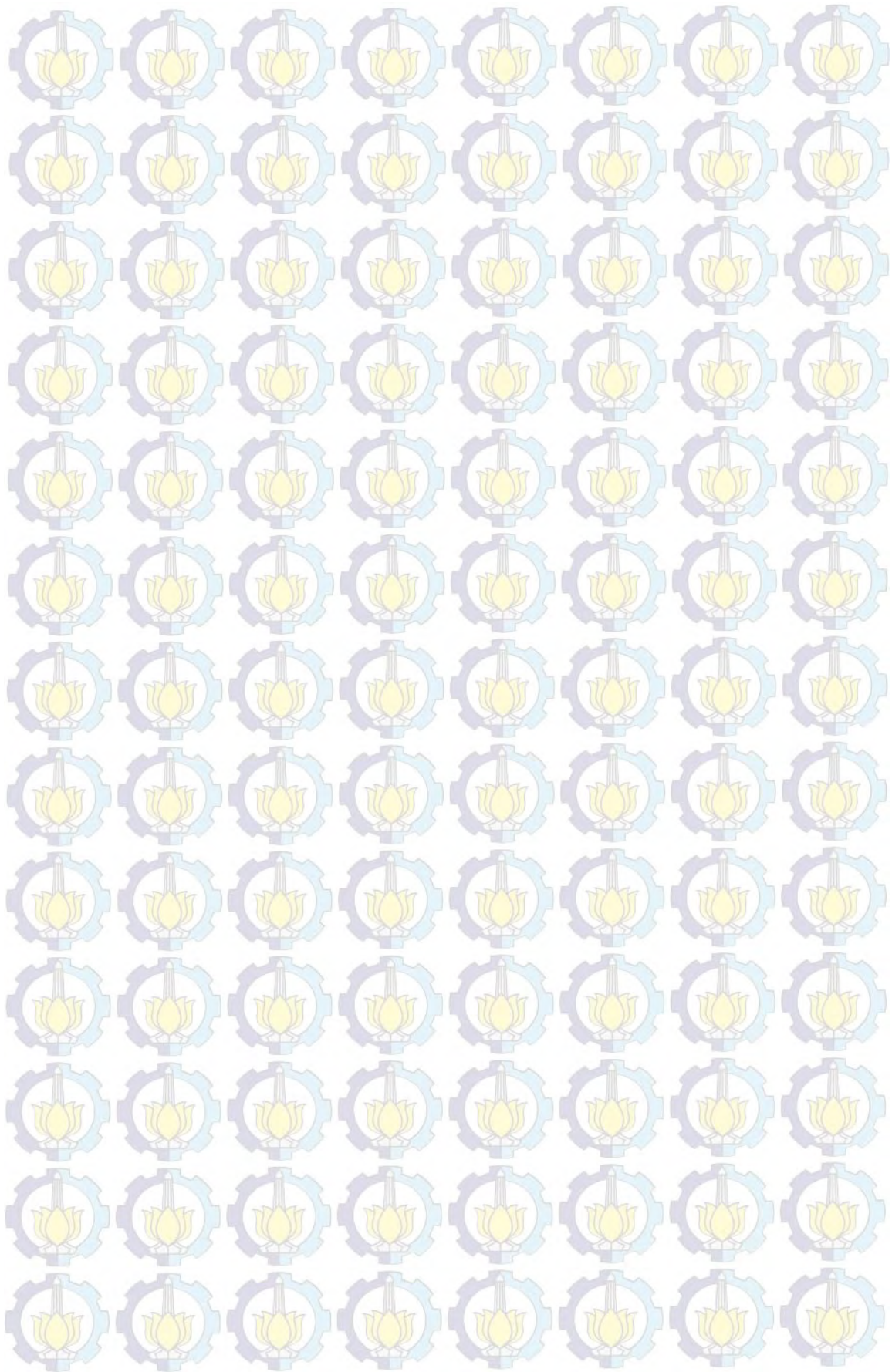
## 2.2. Posisi Penelitian

Sebagai referensi dan bahan perbandingan, Tabel 2.1 memberikan gambaran beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan metode sejenis.

Tabel 2.1. Posisi Penelitian

No	Nama	Judul	Tahun	Objek penelitian	Metode
1	Sitti W. Sidehabi	Analisa Sistem Produksi untuk Meningkatkan <i>Output</i> Produksi melalui Penambahan Fasilitas Produksi	2006	PT XYZ ( <i>Mining</i> )	Simulasi, <i>Best Scenario</i>
		<b>Hasil Penelitian:</b> Berdasarkan tingkat utilitas stasiun kerja, maka disarankan untuk dilakukan penambahan 1 unit mesin pada stasiun kerja lima ( <i>filling unit</i> ) dan 1 unit mesin pada stasiun kerja enam ( <i>polish</i> ) untuk mencapai <i>output</i> produksi optimal 288.788 m <sup>2</sup> .			
2	Asep	Pemilihan Kebijakan Sistem Penggantian Spare Part pada Perusahaan <i>Consumer Good</i>	2008	PT. ABC ( <i>Consumer Good</i> )	Simulasi <i>Monte Carlo</i> , <i>Best Scenario</i>
		<b>Hasil Penelitian:</b> Untuk meminimalkan biaya maka disarankan menjalankan Skenario 5 (lima) yaitu penggantian Bearing GE setiap 3x Bearing KR 40, Eccentric shaft setiap 5x Bearing KR 40, Holder shaft setiap 11x Bearing KR 40. Biaya yang timbul sebesar Rp. 253.163.749.			
3	Ahmad Azkia	Optimalisasi Sumber Daya Layanan <i>Service</i> AUTO2000 Cabang Sungkono untuk Memaksimalkan Profit Perusahaan	2015	PT Astra Int'l Toyota Cabang Sungkono Surabaya (Otomotif)	Simulasi, <i>Best Scenario</i>





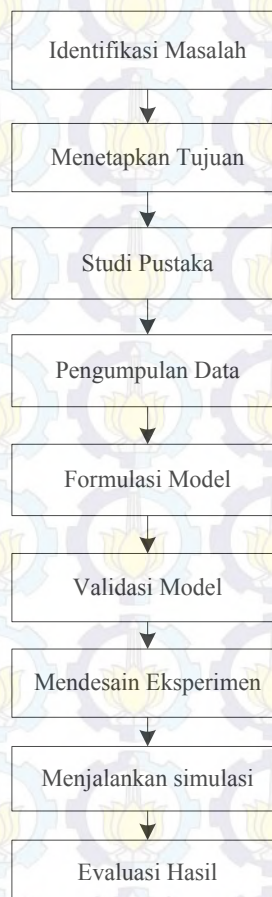


## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi dengan pertimbangan variabel atau faktor yang bersifat probabilistik dan kompleksitas algoritma pada sistem nyata. Oleh karena itu proses pengumpulan data, formulasi dan validasi model menjadi kunci akurasi model yang akan disimulasikan. Gambar 3.1 di bawah ini menunjukkan rancangan penelitian secara bertahap dari mulai identifikasi masalah hingga evaluasi hasil.



Gambar 3.1. Rancangan Penelitian



### 3.2. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang terjadi adalah bagaimana menentukan komposisi sumber daya *manpower*, *stall* dan persediaan suku cadang (*part*) yang paling optimal untuk memaksimalkan profit pada perusahaan.

Biaya yang timbul dalam hal ini ada dua jenis: *Cost* dan *Loss*. *Cost* adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pemakaian sumberdaya baik *manpower*, *stall* maupun persediaan suku cadang (*part*). *Loss* adalah kerugian potensial akibat tidak terlayannya pelanggan karena ketidaktersediaan *manpower*, *stall* ataupun suku cadang.

Profit diperoleh dari *revenue* jasa servis dan penjualan suku cadang dikurangi biaya yang dalam hal ini merupakan total *cost* dan *loss*.

### 3.3. Penetapan Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan memperoleh komposisi optimal jumlah sumber daya *manpower*, *stall* dan persediaan suku cadang (*part*) untuk memaksimalkan profit perusahaan.

### 3.4. Studi Pustaka

Materi yang dikaji dalam studi pustaka ini meliputi:

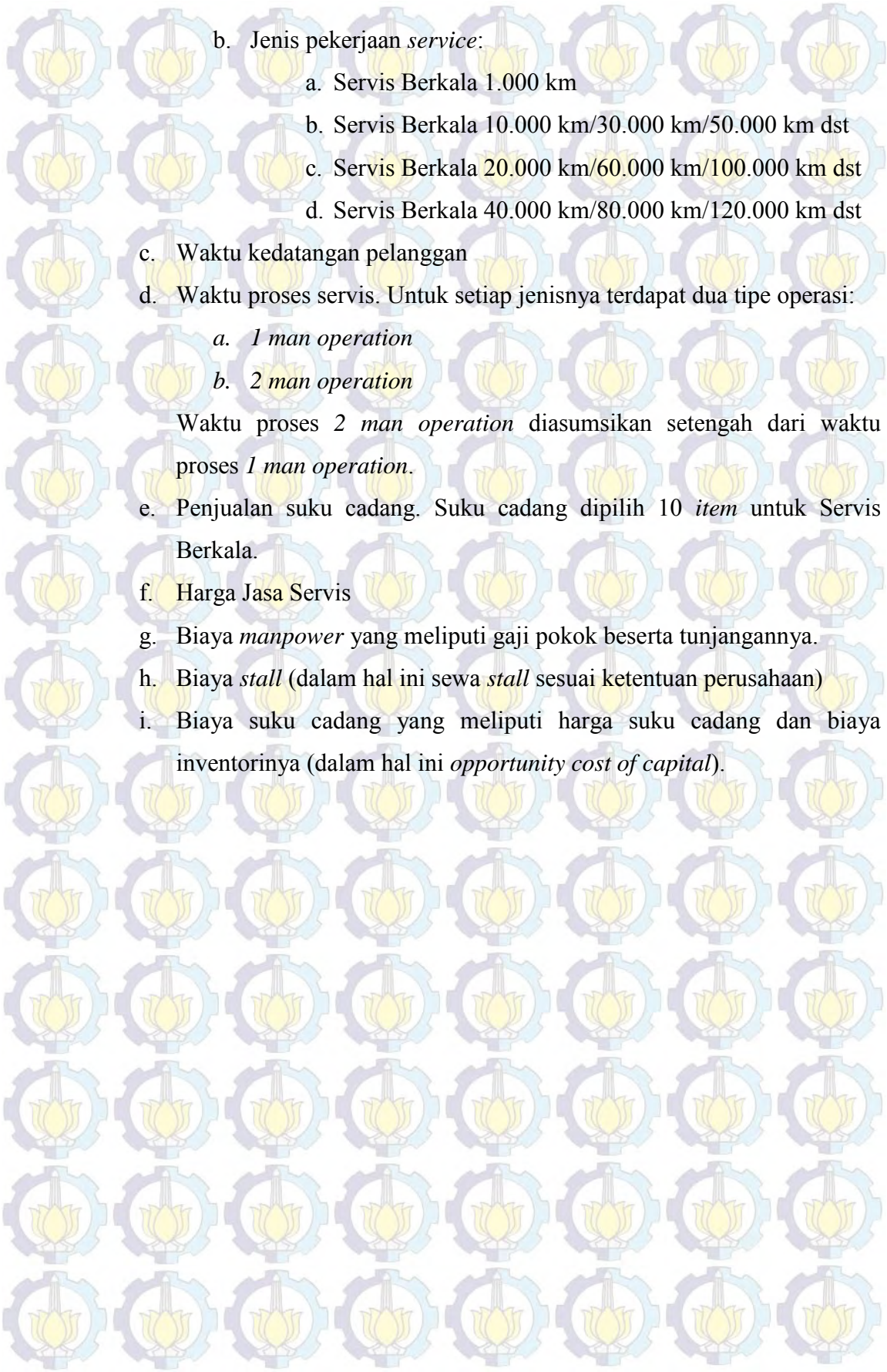
- a. *Simulation Modelling & Analysis*
- b. *Simulation Software*
- c. *Design & Analysis of Experiment*
- d. *Statistic Analysis*

### 3.5. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah periode Oktober – Desember 2013 yang meliputi:

- a. Alur proses layanan *service* dan suku cadang
- b. Jumlah *unit entry* bengkel, dikelompokkan berdasarkan:
  - a. Tipe kendaraan (dalam penelitian ini dikhususkan Tipe Avanza)

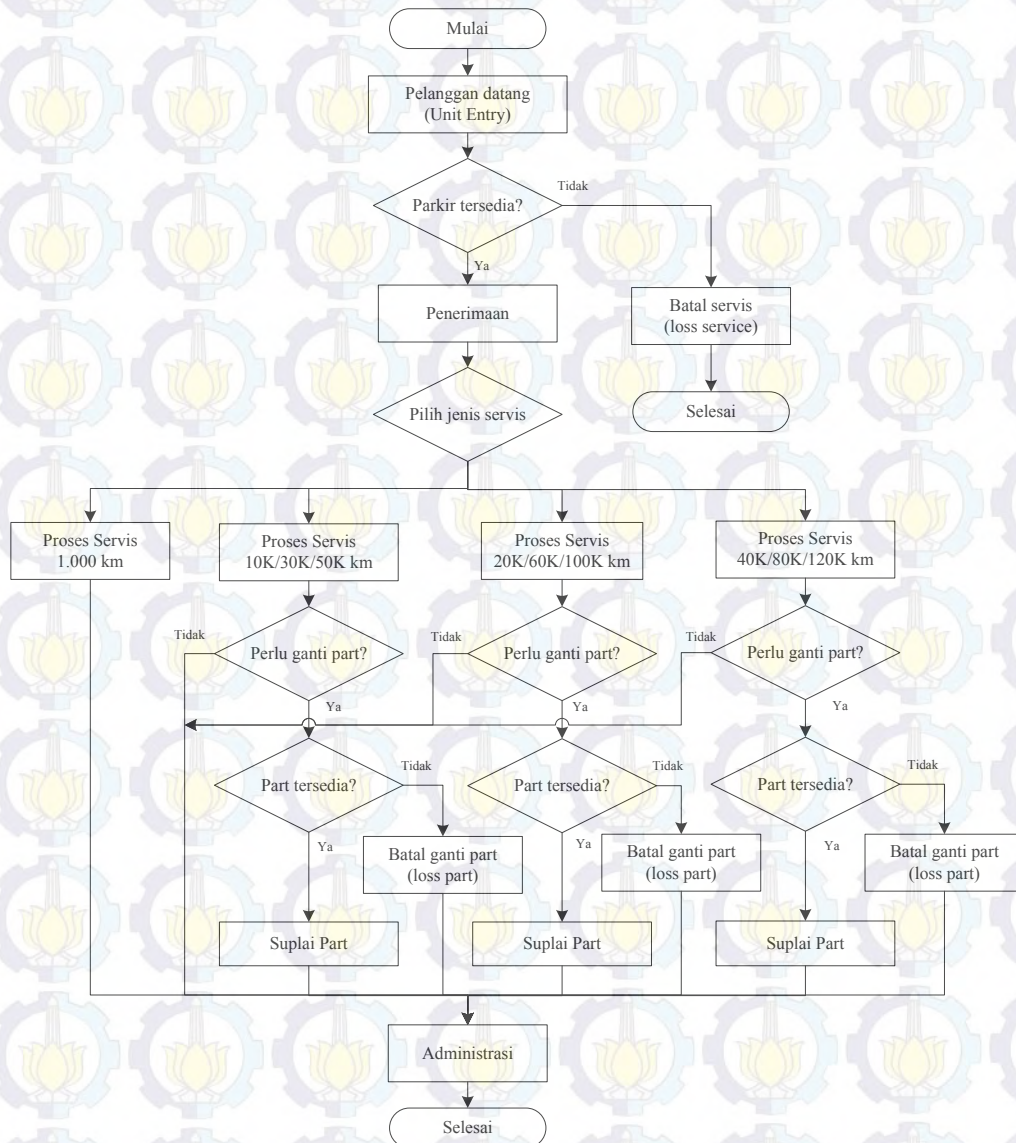


- 
- b. Jenis pekerjaan *service*:
    - a. Servis Berkala 1.000 km
    - b. Servis Berkala 10.000 km/30.000 km/50.000 km dst
    - c. Servis Berkala 20.000 km/60.000 km/100.000 km dst
    - d. Servis Berkala 40.000 km/80.000 km/120.000 km dst
  - c. Waktu kedatangan pelanggan
  - d. Waktu proses servis. Untuk setiap jenisnya terdapat dua tipe operasi:
    - a. *1 man operation*
    - b. *2 man operation*
- Waktu proses *2 man operation* diasumsikan setengah dari waktu proses *1 man operation*.
- e. Penjualan suku cadang. Suku cadang dipilih 10 *item* untuk Servis Berkala.
  - f. Harga Jasa Servis
  - g. Biaya *manpower* yang meliputi gaji pokok beserta tunjangannya.
  - h. Biaya *stall* (dalam hal ini sewa *stall* sesuai ketentuan perusahaan)
  - i. Biaya suku cadang yang meliputi harga suku cadang dan biaya inventornya (dalam hal ini *opportunity cost of capital*).



### 3.6. Formulasi Model

Pada tahap ini, sistem nyata diidentifikasi, dibuatkan model konseptualnya seperti pada Gambar 3.2, kemudian diimplementasikan dalam model simulasi.



Gambar 3.2. Model Konseptual



Dalam implementasi pada perangkat lunak simulasi, beberapa komponen yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. *Entity*

1. *Customer unit entry*: merepresentasikan pelanggan yang datang
2. *Update variabel*: sebagai *trigger* update seluruh variabel

b. *Resource*

1. *Manpower*: teknisi yang melakukan servis
2. *Stall servis*: lokasi dilakukan servis

c. *Variabel*

1. *Initial stock part*
2. Jumlah *stall* parkir
3. Jumlah *stall* servis
4. Jumlah *manpower*

d. *Decide Modul*

- a. Pengecekan ketersediaan *stall* parkir
- b. Pemilihan jenis servis (sesuai probabilitas jenis servis)
- c. Pengecekan ketersediaan *stall* servis
- d. Pengecekan penggantian suku cadang

e. *Process module*

- a. Terdiri atas proses penerimaan, proses servis dan proses administrasi.
- b. Implementasi waktu proses penerimaan dan proses administrasi menggunakan acuan distribusi data aktual.
- c. Menentukan waktu proses servis dengan acuan *Toyota Flat Rate Manual* dan distribusi data aktual.

Selanjutnya dilakukan uji distribusi data untuk menentukan distribusi yang sesuai dengan data pada sistem nyata. Untuk keperluan tersebut digunakan program statistik pada perangkat lunak simulasi yang dapat memberikan alternatif distribusi data yang paling mendekati data *input*. Adapun data yang dibutuhkan untuk model simulasi sebagai berikut:



- a. *Time Between Arrival (TBA) Customer Unit entry*
- b. *Process time Penerimaan & Diagnosis*
- c. *Process time Administrasi*

### 3.7. Validasi Model

Validasi model ini mencakup validasi program dan perbandingan dengan sistem nyata. Untuk validasi program, perangkat lunak simulasi menyediakan fasilitas *error checking* yang membantu memastikan kode, logika serta *input-output* program tidak ada kesalahan.

Adapun validasi dengan perbandingan terhadap sistem nyata dilakukan secara parsial mengingat data aktual khususnya data finansial yang cukup kompleks. Validasi ini dilakukan dengan uji perbandingan rata-rata 2 sample *t-test* antara data parameter tiap proses model simulasi dengan data pada sistem nyata. Ketentuan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (data model simulasi sesuai dengan sistem nyata)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (data model simulasi tidak sesuai dengan sistem nyata)

Hipotesis awal  $H_0$  akan ditolak *p-value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ).

### 3.8. Mendesain Eksperimen

Eksperimen dijalankan dengan skema sebagaimana tergambar pada Tabel 3.1 hasil pengolahan dengan perangkat lunak statistik. Faktor *Manpower* (A), *Stall Servis* (B) dan *Stall Parkir* (C) ditentukan dengan 3 level (direpresentasikan dengan angka 1, 2, dan 3), sementara faktor 10 *item* stok (D hingga M) ditentukan dengan 2 level (direpresentasikan dengan angka 1 dan 2). Jadi total eksperimen yang dibutuhkan adalah sebanyak 27648 kali.



Tabel 3.1. Tabel Desain Eksperimen (disederhanakan)

Run Order	Factor												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27639	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
27640	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
27641	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
27642	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
27643	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
27644	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
27645	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
27646	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
27647	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
27648	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Keterangan:

A: *Manpower*, B: *Stall servis*, C: *Stall Parkir*, D: *Stok Part1*, E: *Stok Part2*, F: *Stok Part3*, G: *Stok Part4*, H: *Stok Part5*, I: *Stok Part6*, J: *Stok Part7*, K: *Stok Part8*, L: *Stok Part9*, M: *Stok Part10*

### 3.9. Menjalankan Simulasi

Model dijalankan dengan perangkat lunak simulasi dengan lama waktu simulasi 100 hari kerja (7 jam kerja setiap harinya) dan eksperimen sebanyak 27648 kali. Dengan merubah nilai variabel sesuai tabel desain di atas, maka akan diperoleh *output data Profit* sebanyak 27648 data yang berbentuk distribusi.



### 3.10. Evaluasi Hasil

Dari *output* simulasi dapat langsung diketahui nilai *profit* perhari dari model layanan servis. Nilai *profit* perhari ini membentuk suatu distribusi yang memiliki nilai statistik tertentu. Berdasarkan statistik tersebut, *output profit* yang memiliki *mean* tertinggi dan atau *varian* terendah akan mengacu pada nilai yang optimal pada variabel/faktor *manpower*, *stall* dan stok 10 *item* suku cadang.

Untuk analisa lebih lanjut *output* hasil simulasi ini digunakan metode ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk memeriksa pengaruh variabel/faktor terhadap respon/*output*.

Uji hipotesis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$  (variabel/faktor tidak berpengaruh pada respon/*output*)

$H_1$ : paling sedikit satu  $\tau_i \neq 0$ ,  $i = 1, 2, 3$  ds t (variabel/faktor berpengaruh pada respon/*output*)

Hipotesis awal  $H_0$  akan ditolak apabila nilai  $F$  melebihi  $F_{(\alpha, v_1, v_2)}$  atau *p-value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$ .



## BAB 4

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1. Pengumpulan Data

##### 4.1.1. *Unit entry*

*Unit entry* merupakan kendaraan pelanggan servis yang datang ke bengkel. Komposisi *unit entry* tipe Avanza dapat dilihat pada Tabel 4.1, sementara komposisi berdasarkan jenis layanan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1. *Unit entry* tipe Avanza

Jenis Layanan	Unit	%
Servis Berkala	3943	54.7%
Perbaikan Umum	3270	45.3%
<b>Total</b>	<b>7213</b>	<b>100.0%</b>

Tabel 4.2. *Unit entry* Servis Berkala tipe Avanza

Kategori	Total Unit	%
1K	526	13.3%
10K/30K/50K/70K/90K dst	2001	50.7%
20K/60K/100K dst	909	23.1%
40K/80K dst	508	12.9%
<b>Total</b>	<b>3943</b>	<b>100.0%</b>

##### 4.1.2. Data waktu proses

Tabel 4.3 menunjukkan statistik distribusi data waktu setiap proses layanan servis yang nantinya akan digunakan sebagai acuan waktu pada simulasi.



Tabel 4.3. Waktu Proses Servis

<b>Jenis Data</b>	<b>Mean</b>	<b>Stdev</b>
<i>Time Between Arrival (Customer Unit entry)</i>	0:18:01	0:13:38
<i>Reception</i>	0:04:18	0:02:00
Servis Berkala 1K	0:31:14	0:15:16
Servis Berkala 1K 2 Man	0:15:37	0:07:38
Servis Berkala 10K	1:23:39	0:17:38
Servis Berkala 10K 2 Man	0:41:49	0:08:49
Servis Berkala 20K	1:44:53	0:33:34
Servis Berkala 20K 2 Man	0:52:26	0:16:47
Servis Berkala 40K	1:58:16	0:45:21
Servis Berkala 40K 2 Man	0:59:02	0:22:37
Administrasi	0:05:47	0:05:36

#### 4.1.3. Suku Cadang

Data suku cadang tipe Avanza dapat dilihat pada tabel 4.4 dengan mengambil 10 item dengan *average demand* terbesar untuk kategori *fast moving parts*.

Tabel 4.4. *Fast Moving Part* Tipe Avanza

<b>No Material</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Monthly Average Demand</b>	<b>Harga</b>
08880-83220	<i>ENGINE OIL</i>	298.1	260,000
15601-BZ010	<i>OIL FILTER</i>	270.6	35,000
9004A-91032	<i>SPARK PLUG</i>	132.8	86,000
17801-BZ050	<i>ELEMENT S/A, AIR CLEANER</i>	50.7	130,000
08823-80011	<i>BRAKE FLUID</i>	48.8	67,000
08885-80930	<i>GEAR OIL</i>	47.9	275,000
08886-81130	<i>POWER STEERING FLUID</i>	42.5	49,500
04465-BZ010	<i>PAD KIT, DISC BRAKE</i>	22.5	425,000
08889-80100	<i>SUPER LONG LIFE COOLANT</i>	22.1	31,900
28800-YZZNJ	<i>BATTERY</i>	21.0	571,000



#### 4.1.4. Biaya Suku Cadang

Perhitungan biaya suku cadang mengacu pada ketentuan perusahaan sebagaimana berikut ini:

- a. *Cost of Good Sold* (COGS). Besarnya 70% dari harga *pricelist*.
- b. *Inventory cost*. Perhitungannya mengacu pada:
  - Bunga RC (*Return of Capital*) pertahun: 12%
  - Bunga RC perhari: 0.03%

#### 4.1.5. Biaya Manpower

Perhitungan untuk biaya manpower mengacu pada ketentuan *HCGA Department AUTO2000* yaitu sebagai berikut:

- a. Gaji pokok : Rp. 2.700.000
- b. Tunjangan makan dan transportasi : Rp. 975.000
- c. Total : Rp. 3.675.000
- d. *Cost* (biaya) perhari : Rp. 147.000

#### 4.1.6. Biaya Stall

Biaya *stall* diperhitungkan dengan mengacu pada ketentuan perusahaan dalam dokumen *Master Budget 2014* adalah sebagai berikut:

- a. Sewa *stall* pertahun: Rp. 5.000.000
- b. Sewa *stall* perhari : Rp. 16.667



## 4.2. Pengolahan Data

### 4.2.1. Parameter Waktu

Untuk menentukan distribusi parameter waktu pada tiap modul simulasi digunakan program statistik pada perangkat lunak simulasi yang hasil pengolahannya seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Parameter Waktu Simulasi

Jenis Data	Distribusi
<i>Time Between Arrival (Customer Unit Entry)</i>	GAMM(20.7, 0.87)
<i>Reception</i>	$1 + 9 * \text{BETA}(1.37, 2.36)$
Servis Berkala 1K	$9.5 + \text{WEIB}(23.9, 1.44)$
Servis Berkala 1K 2 Man	$5 + \text{WEIB}(11.3, 1.27)$
Servis Berkala 10K	$59.5 + 63 * \text{BETA}(0.839, 1.27)$
Servis Berkala 10K 2 Man	$30 + 31 * \text{BETA}(0.666, 1.01)$
Servis Berkala 20K	$61 + 164 * \text{BETA}(0.984, 2.69)$
Servis Berkala 20K 2 Man	$30 + 83 * \text{BETA}(1.03, 2.79)$
Servis Berkala 40K	$60 + 226 * \text{BETA}(0.968, 2.78)$
Servis Berkala 40K 2 Man	$30 + 113 * \text{BETA}(0.967, 2.8)$
Administrasi	$1 + \text{EXPO}(4.79)$

### 4.2.2. Probabilitas

Data probabilitas sebagaimana terdapat pada Tabel 4.6 dan 4.7 dibutuhkan simulasi untuk melakukan pemilihan jenis servis berkala dan penggantian suku cadang.

Tabel 4.6. Probabilitas Jenis Servis Berkala

Kategori	Total Unit	Probabilitas
1K	526	13.3%
10K/30K/50K/70K/90K dst	2001	50.7%
20K/60K/100K dst	909	23.1%
40K/80K dst	508	12.9%
<b>Total</b>	<b>3943</b>	<b>100.0%</b>



Tabel 4.7. Probabilitas Penggantian Suku Cadang

<i>Item</i>	<i>Qty</i>	<i>Total Unit Entry</i>	<i>Probabilitas</i>
<i>ENGINE OIL</i>	298.1	328.6	90.7%
<i>OIL FILTER</i>	270.6	328.6	82.4%
<i>SPARK PLUG</i>	132.8	328.6	40.4%
<i>ELEMENT S/A, AIR CLEANER</i>	50.7	328.6	15.4%
<i>BRAKE FLUID</i>	48.8	328.6	14.8%
<i>GEAR OIL</i>	47.9	328.6	14.6%
<i>POWER STEERING FLUID</i>	42.5	328.6	12.9%
<i>PAD KIT, DISC BRAKE</i>	22.5	328.6	6.8%
<i>SUPER LONG LIFE COOLANT</i>	22.1	328.6	6.7%
<i>BATTERY</i>	21.0	328.6	6.4%

#### 4.2.3. Loss Service & Loss Part

*Loss service* adalah pelanggan yang batal servis karena tidak adanya *stall* parkir tersedia. Perhitungan *loss service* menggunakan data probabilitas sebagaimana pada Tabel 4.8. Sedangkan *loss part* adalah pembatalan penggantian *part* karena tidak tersedia di gudang *part*. Nilai kerugiannya sama dengan harga *part* itu sendiri.



Tabel 4.8. *Loss Service*

<i>Item</i>	<i>Qty</i>	<i>Probabilitas</i>	<i>Harga</i>	<i>Probabilitas x Harga</i>
<b>Jasa Servis</b>				
1K	526	13.3%	180,400	24,066
10K/30K/50K/70K/90K dst	2001	50.7%	414,920	210,564
20K/60K/100K dst	909	23.1%	451,000	103,971
40K/80K dst	508	12.9%	541,200	69,726
<b>Subtotal</b>				<b>408,327</b>
<b>Part</b>				
ENGINE OIL	298.1	90.7%	260,000	235,901
OIL FILTER	270.6	82.4%	35,000	28,826
SPARK PLUG	132.8	40.4%	86,000	34,746
ELEMENT S/A, AIR CLEANER	50.7	15.4%	130,000	20,040
BRAKE FLUID	48.8	14.8%	67,000	9,944
GEAR OIL	47.9	14.6%	275,000	40,071
POWER STEERING FLUID	42.5	12.9%	49,500	6,400
PAD KIT, DISC BRAKE	22.5	6.8%	425,000	29,059
SUPER LONG LIFE COOLANT	22.1	6.7%	31,900	2,141
BATTERY	21.0	6.4%	571,000	36,557
<b>Subtotal</b>				<b>443,686</b>
<b>Total</b>				<b>852,013</b>

#### 4.2.4. Initial Variable

Sebagai acuan simulasi, pada Tabel 4.9 dan 4.10 dicantumkan perhitungan nilai seluruh *initial variable*. Sesuai dengan tabel desain eksperimen, variabel *Manpower*, *Stall Servis* dan *Stall Parkir* dibuat dalam 3 level dan variabel *Part* (*Part1* sd. *Part10*) dibuat dalam 2 level. Asumsi nilai minimum stok *part* adalah mengacu pada *safety stock* sebesar 2 hari (jangka waktu suplai dari *Part Center* Surabaya). Sedangkan nilai maksimum mengacu pada *safety stock* sebesar 5 hari (jangka waktu suplai dari *Part Center* Jakarta).



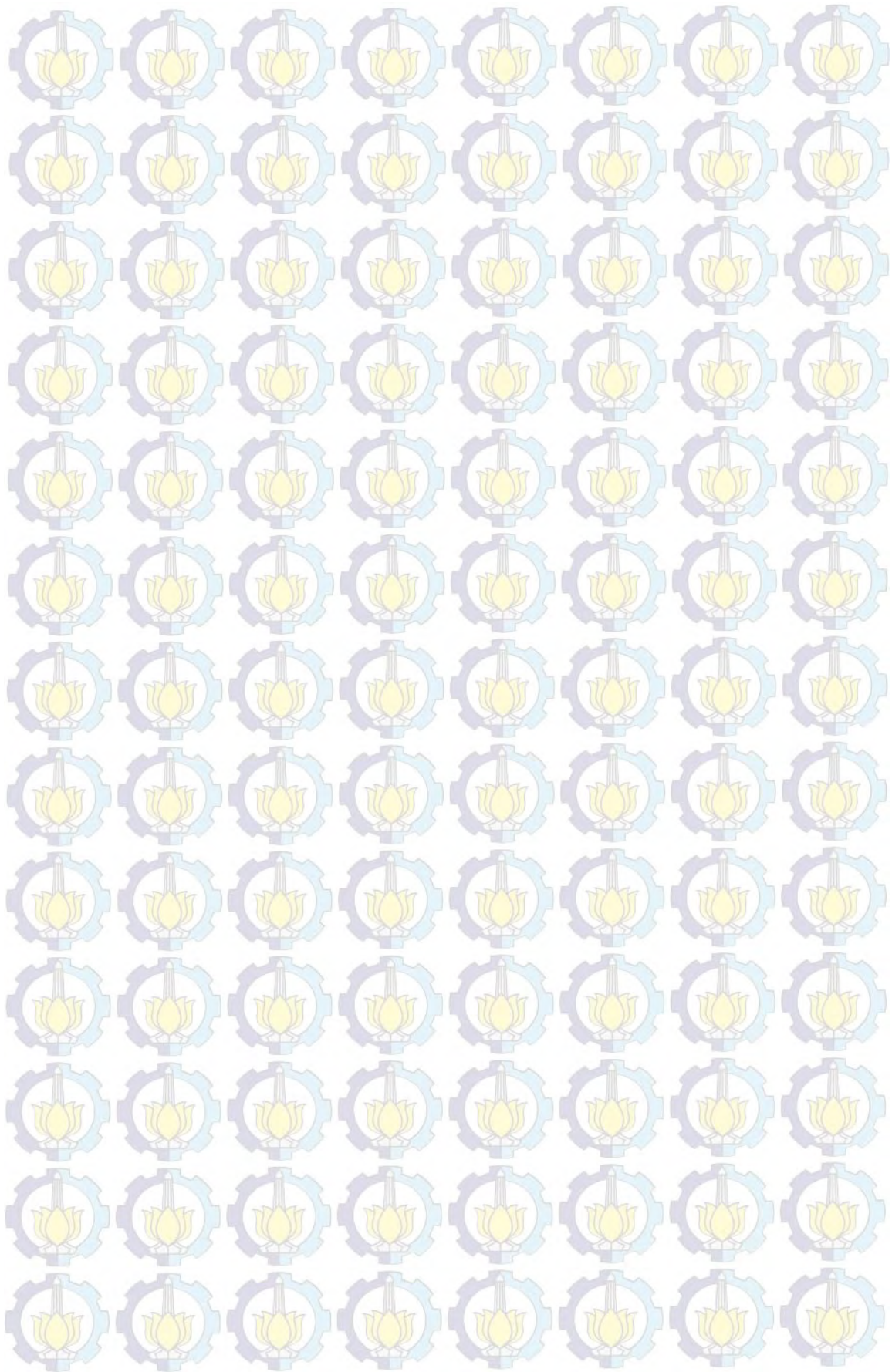
Tabel 4.9. *Initial Value Variable Manpower, Stall Servis & Stall Parkir*

Variabel	Standar produktivitas (UE/hari)	Unit entry (UE)/hari	Initial Value (dibulatkan)		
			Max	Med	Min
<i>Manpower</i>	-	-	14	12	11
- Teknisi	3	29.4	12	10	9
- Reception & Administrasi	2	29.4	2	2	2
<i>Stall Servis</i>	3.5	29.4	9	8	7
<i>Stall Parkir</i>	-	-	5	4	3

Tabel 4.10. *Initial Value Variable Part*

ID	Deskripsi	Monthly Average Demand	Daily Demand	Min Safety Stock (days)	Max Safety Stock (days)	Initial Value (Min)	Initial Value (Max)
<i>Part1</i>	<i>ENGINE OIL</i>	298	11.9	2	5	24	60
<i>Part2</i>	<i>OIL FILTER</i>	271	10.8	2	5	22	55
<i>Part3</i>	<i>SPARK PLUG</i>	163	5.3	2	5	11	27
<i>Part4</i>	<i>ELEMENT S/A, AIR CLEANER</i>	51	2.0	2	5	5	11
<i>Part5</i>	<i>BRAKE FLUID</i>	49	2.0	2	5	4	10
<i>Part6</i>	<i>GEAR OIL</i>	48	1.9	2	5	4	10
<i>Part7</i>	<i>POWER STEERING FLUID</i>	42	1.7	2	5	4	9
<i>Part8</i>	<i>PAD KIT, DISC BRAKE</i>	22	0.9	2	5	2	5
<i>Part9</i>	<i>SUPER LONG LIFE COOLANT</i>	22	0.9	2	5	2	5
<i>Part10</i>	<i>BATTERY</i>	21	0.8	2	5	2	5







## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Dari analisis hasil penelitian pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Model simulasi dapat merepresentasikan secara parsial sistem layanan servis dan suku cadang sehingga dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan dan pengembangan.
- Nilai *Output Profit* perhari maksimum dicapai pada *Run* ke-888 dengan nilai Rp. 11.364.925. Nilai *Output Profit* perhari minimum dicapai pada *Run* ke-20619 dengan nilai Rp. 8.548.790.
- Komposisi variabel optimal yang menyebabkan *profit* yang maksimum tersebut adalah:
  - o *Manpower* = 11 orang  
(Teknisi = 9 orang, *Reception* = 1 orang, Administrasi = 1 orang)
  - o *Stall servis* = 7 *stall*
  - o *Stall parkir* = 3 *stall*
  - o Stok *Part1* = 60 *pcs*
  - o Stok *Part2* = 55 *pcs*
  - o Stok *Part3* = 11 *pcs*
  - o Stok *Part4* = 11 *pcs*
  - o Stok *Part5* = 10 *pcs*
  - o Stok *Part6* = 10 *pcs*
  - o Stok *Part7* = 4 *pcs*
  - o Stok *Part8* = 5 *pcs*
  - o Stok *Part9* = 5 *pcs*
  - o Stok *Part10* = 5 *pcs*
- Seluruh variabel memiliki pengaruh signifikan pada *profit* ditandai dengan *P value* yang lebih kecil dari 0.05



## 6.2. Saran

Dari hasil analisis dan kesimpulan di atas, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

- Dalam mendesain suatu sistem layanan servis dan suku cadang, perusahaan dapat menggunakan model simulasi ini sebagai acuan penentuan variabel utama seperti jumlah *manpower*, *stall* dan stok suku cadang dengan komposisi optimal seperti pada hasil penelitian.
- Model dalam penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih luas dengan mengakomodasi tipe kendaraan yang lebih banyak dan variabel atau faktor yang lebih variatif agar hasil analisisnya lebih mendekati kebutuhan perusahaan.

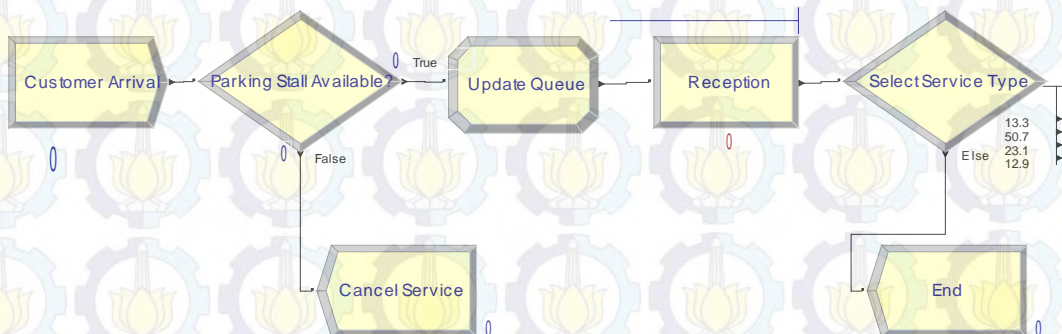


## BAB 5

### SIMULASI DAN ANALISIS

#### 5.1. Diagram Model

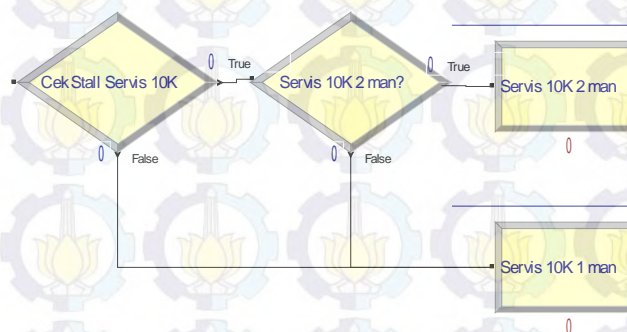
##### 5.1.1. Modul *Reception*



Gambar 5.1. Modul *Reception*

Modul *Reception* sebagaimana pada Gambar 5.1 mensimulasikan kedatangan pelanggan, pengecekan ketersediaan *stall* serta pemilihan jenis servis (1K, 10K, 20K, atau 40K). Kedatangan pelanggan diasumsikan mengikuti distribusi tertentu sebagaimana tersebut pada Tabel 4.5. Apabila *stall* parkir tersedia, maka pelanggan akan melanjutkan proses selanjutnya untuk memilih jenis servis yang akan dilakukan sesuai probabilitas pada Tabel 4.6. Sebaliknya apabila *stall* parkir tidak tersedia, diasumsikan pelanggan membatalkan servisnya yang kemudian akan dihitung sebagai *loss service*.

##### 5.1.2. Modul *Servis*



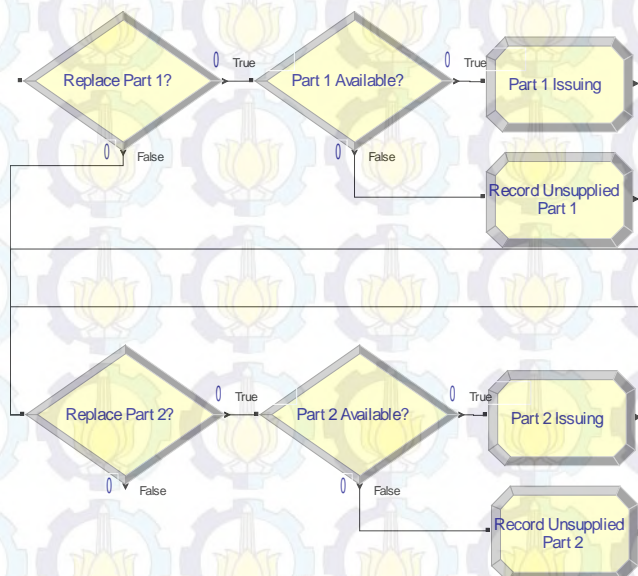
Gambar 5.2. Modul *Servis*



Setelah pelanggan memilih servis sesuai kebutuhannya, kendaraan akan diarahkan pada *stall* servis dengan 2 *man operation* atau 1 *man operation* tergantung mana yang tersedia *resource*-nya sebagaimana terlihat pada Gambar 5.2. Sistem secara *default* memprioritaskan SBI 2 *man operation* terlebih dahulu apabila *resource*-nya tersedia.

Penentuan *resource stall* dengan 1 atau 2 *manpower* teknisi tergantung dari nilai *initial variable stall* servis dan *manpower*. Sebagai contoh apabila nilai variabel *stall* servis = 6, *manpower* = 8, maka akan ada 4 *stall* servis dengan 1 teknisi (1 *man operation*) dan 2 *stall* servis dengan 2 teknisi (2 *man operation*). Adapun waktu servis ditentukan dengan distribusi waktu hasil pengolahan data sesuai Tabel 4.5.

### 5.1.3. Modul Part



Gambar 5.3. Modul Part

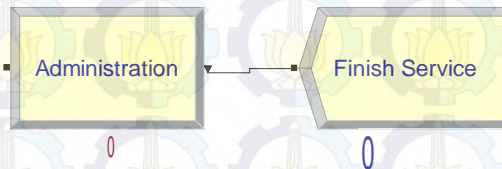
Pada modul *part* sebagaimana pada gambar 5.3, penggantian *part* (*part1*, *part2*, *part3* dst) ditentukan berdasarkan probabilitas sesuai perhitungan pada tabel 4.7 dalam bab sebelumnya. Dalam simulasi ini terdapat 10 jenis *part* yang kesemuanya merupakan item *fast moving* servis berkala.

Proses dilanjutkan dengan pengecekan ketersediaan *part*. Apabila tersedia, maka dilakukan *part issuing* (ditandai dengan pengurangan angka stok *part*).



Namun apabila stok kosong, maka akan di-record sebagai *unsupplied part* yang nantinya diperhitungkan sebagai *loss* karena ketidaktersediaan *part*.

#### 5.1.4. Modul *Finish Service*

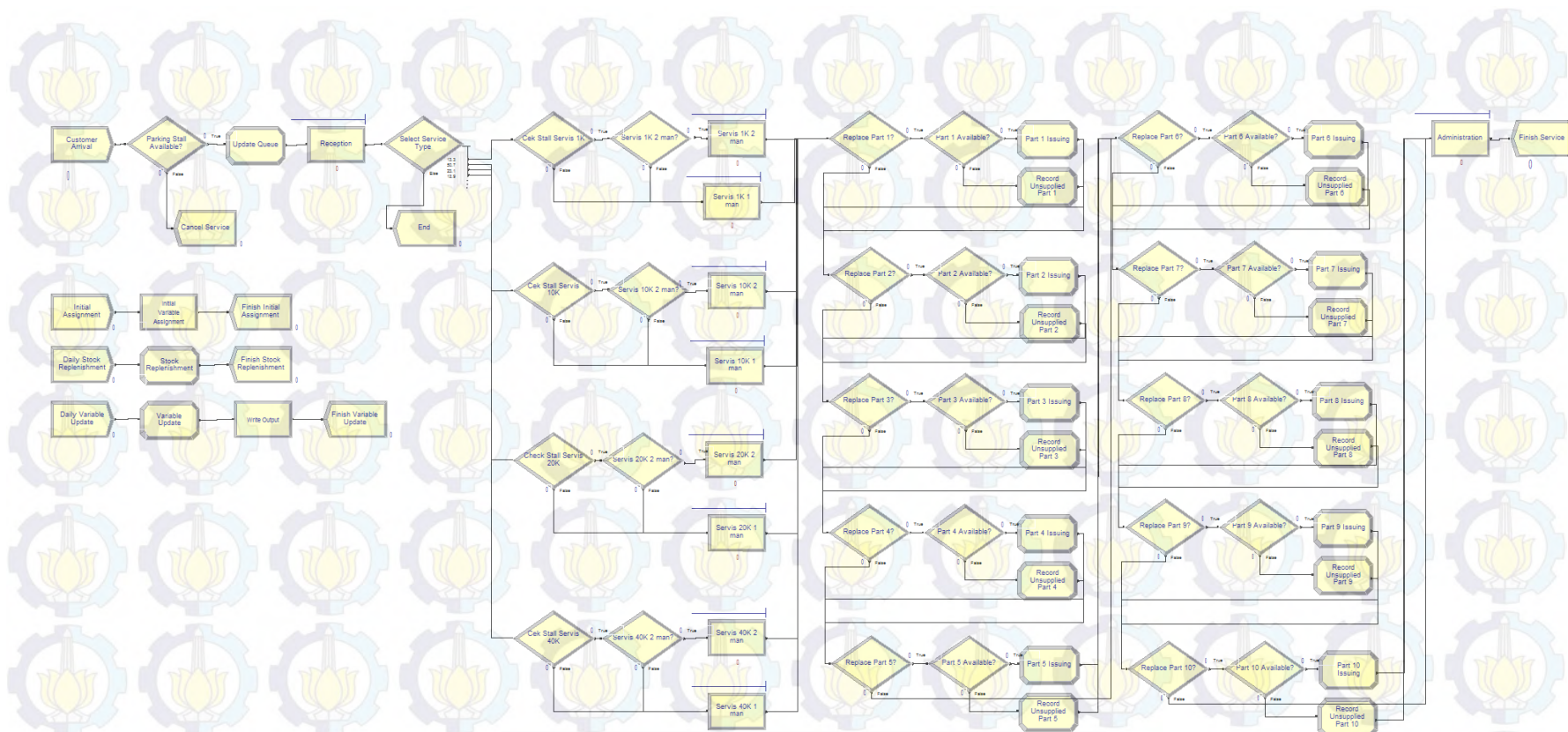


Gambar 5.4. Modul *Finish Service*

Setelah kendaraan selesai diservis, pelanggan akan melalui proses administrasi untuk pembuatan kuitansi dan pembayaran seperti pada Gambar 5.4. Waktu proses administrasi ini ditentukan dengan distribusi data sesuai Tabel 4.5. Pelanggan keluar bengkel setelah selesai proses administrasi.

Adapun keseluruhan proses dari pelanggan masuk ke bengkel, proses servis dan suku cadang, hingga selesai dapat dilihat pada Gambar 5.5.



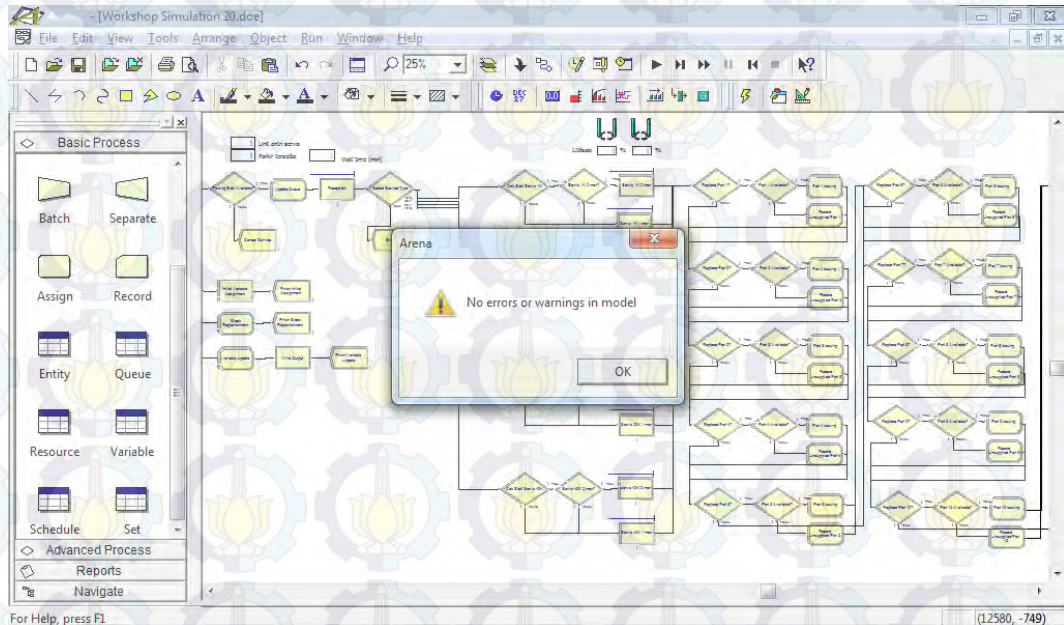


Gambar 5.5. Total Model Simulasi



## 5.2. Validasi Model

Validasi kode dan logika program dilakukan dengan menggunakan fasilitas *error checking* pada perangkat lunak simulasi. Hasilnya tidak ditemukan *error* pada model.



Gambar 5.6. Tampilan *Error Checking* Perangkat Lunak Simulasi

Adapun validasi model dengan sistem nyata dilakukan secara parsial dengan uji perbandingan rata-rata 2 *sample t-test* antara data parameter tiap proses model simulasi dengan data pada sistem nyata. Ketentuan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (data model simulasi sesuai dengan sistem nyata)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (data model simulasi tidak sesuai dengan sistem nyata)

Hipotesis awal  $H_0$  akan ditolak *p-value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ).



Dengan bantuan perangkat lunak statistik diperoleh hasil sebagaimana pada Tabel 5.1. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa model simulasi sudah sesuai dengan sistem nyata.

Tabel 5.1. Interpretasi Uji Perbandingan Rata-rata

Jenis Data	DF	T value	P value	Interpretasi
<i>Time Between Arrival (Customer Unit Entry)</i>	1984	-0.21	0.835	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses <i>Reception</i>	410	-0.07	0.943	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Servis Berkala 1K ( <i>1 man</i> )	92	0.58	0.563	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Servis Berkala 1K ( <i>2 Man</i> )	92	-1.54	0.128	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Servis Berkala 10K ( <i>1 man</i> )	220	-0.08	0.936	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Servis Berkala 10K ( <i>2 Man</i> )	220	0.39	0.694	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Servis Berkala 20K ( <i>1 man</i> )	198	-0.43	0.665	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Servis Berkala 20K ( <i>2 Man</i> )	198	-0.54	0.590	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Servis Berkala 40K ( <i>1 man</i> )	198	-0.78	0.434	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Servis Berkala 40K ( <i>2 Man</i> )	198	-1.02	0.310	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Waktu proses Administrasi	946	0.21	0.835	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata

### 5.3. Setting Parameter

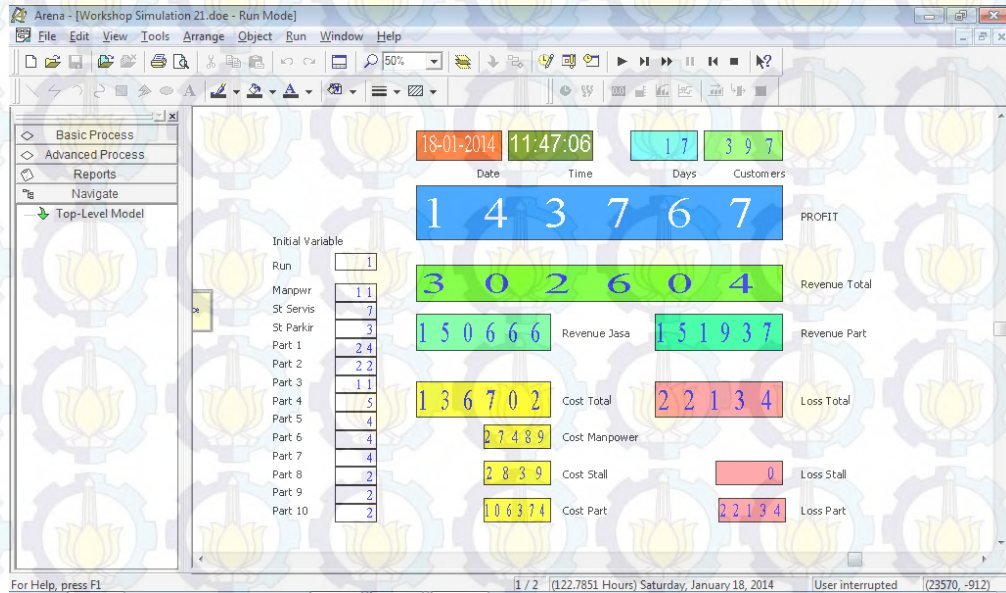
Sebelum menjalankan simulasi, terdapat beberapa parameter yang harus di-set nilainya sesuai dengan asumsi dan tabel desain eksperimen.

- Number of Replications: 27648*
- Replication length: 100 days*
- Hours per Day: 7 hours*



#### 5.4. Output Simulasi

*Output* hasil simulasi secara *real-time* ditampilkan pada tampilan sebagaimana Gambar 5.7.



Gambar 5.7. Tampilan *Output* Perangkat Lunak Simulasi

Selain itu *output* hasil simulasi juga disimpan dalam bentuk *file* untuk memudahkan pengolahan data. Sebagai ilustrasi, sebagian *output* hasil simulasi ditampilkan pada Tabel 5.2.



Tabel 5.2. *Output Hasil Simulasi*

Run	Variable/Factor													Output (Profit)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	2	2	2	9,611,559
2	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	2	2	5	9,763,539
3	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	2	5	2	9,725,144
4	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	2	5	5	10,113,469
5	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	5	2	2	9,643,634
6	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	5	2	5	9,825,937
7	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	5	5	2	9,805,733
8	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	5	5	5	10,105,972
9	11	7	3	24	22	11	5	4	4	9	2	2	2	9,778,679
10	11	7	3	24	22	11	5	4	4	9	2	2	5	9,694,757
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27639	14	9	5	60	55	27	11	10	10	4	5	5	2	9,711,669
27640	14	9	5	60	55	27	11	10	10	4	5	5	5	10,518,090
27641	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	2	2	2	9,734,385
27642	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	2	2	5	10,122,447
27643	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	2	5	2	9,724,043
27644	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	2	5	5	10,333,228
27645	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	2	2	10,267,626
27646	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	2	5	10,698,893
27647	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	5	2	10,176,263
27648	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	5	5	10,809,588

Keterangan:

A: *Manpower*, B: *Stall servis*, C: *Stall Parkir*, D: *Stok Part1*, E: *Stok Part2*, F: *Stok Part3*, G: *Stok Part4*, H: *Stok Part5*, I: *Stok Part6*, J: *Stok Part7*, K: *Stok Part8*, L: *Stok Part9*, M: *Stok Part10*



## 5.5. Analisis Data Output

### 5.5.1. Analisis Mean

Tabel 5.3 berikut ini menggambarkan data *output* simulasi yaitu *profit* yang diurutkan berdasarkan nilai *mean*-nya. Dapat dilihat bahwa *profit* harian rata-rata terbesar adalah Rp. 11.364.925 yang diperoleh dari *Run* ke-888 dengan kombinasi faktor *Manpower* = 11, *Stall* servis = 7, *Stall* parkir = 3, *Stok Part1* = 60, *Stok Part2* = 55, *Stok Part3* = 11, *Stok Part4* = 11, *Stok Part5* = 10, *Stok Part6* = 10, *Stok Part7* = 4, *Stok Part8* = 5, *Stok Part9* = 5, dan *Stok Part10* = 5.

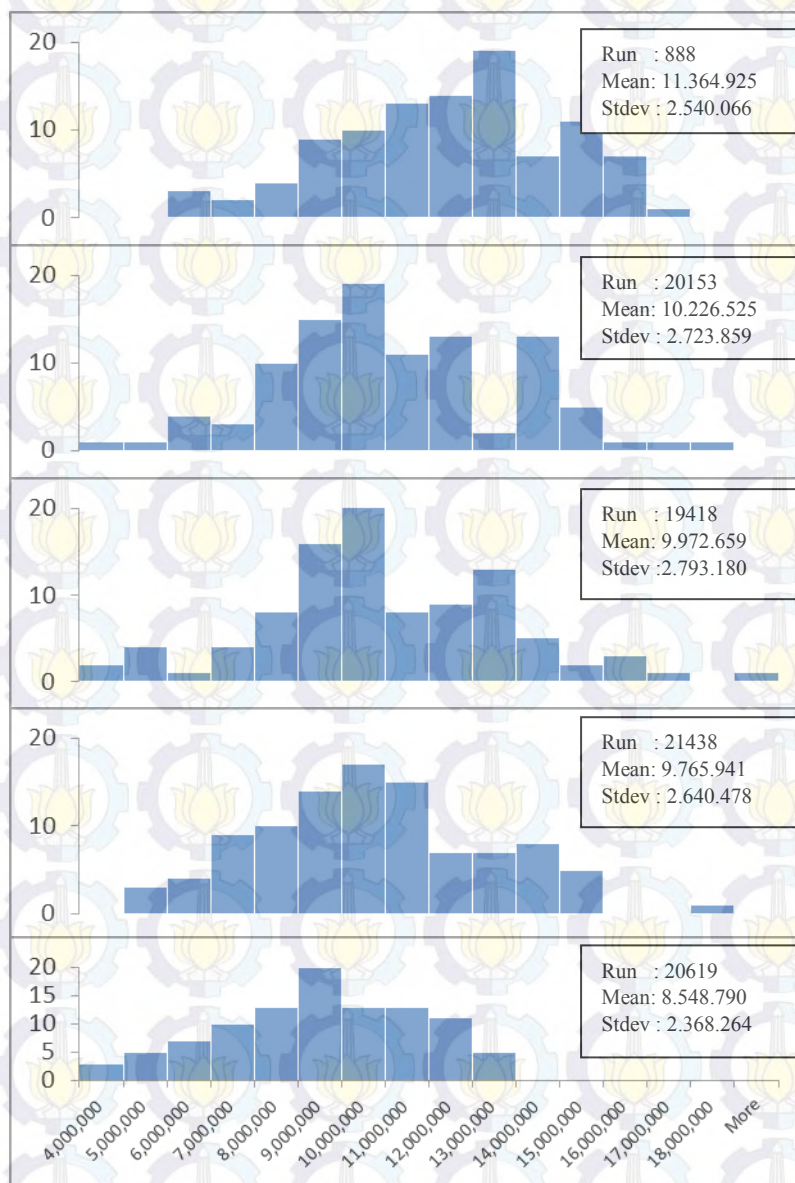
Tabel 5.3. Data Ranking Profit

Rank	Run	Variable/Factor													Output (Profit)
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	888	11	7	3	60	55	11	11	10	10	4	5	5	5	11,364,925
2	6869	11	9	3	60	22	27	11	4	10	4	5	2	2	11,352,291
3	12214	12	7	5	60	55	27	5	10	10	4	5	2	5	11,334,902
4	8998	11	9	5	60	55	11	5	10	4	4	5	2	5	11,313,551
5	992	11	7	3	60	55	27	11	4	10	9	5	5	5	11,312,080
6	7072	11	9	3	60	55	27	5	4	10	9	5	5	5	11,303,212
7	6002	11	8	5	60	55	11	11	10	10	4	2	2	5	11,283,824
8	14208	12	8	4	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	11,279,675
9	7130	11	9	3	60	55	27	11	4	10	9	2	2	5	11,266,395
10	12278	12	7	5	60	55	27	11	10	10	4	5	2	5	11,263,845
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27639	20481	14	7	5	24	22	11	5	4	4	4	2	2	2	8,810,947
27640	24003	14	8	5	24	55	27	11	4	4	4	2	5	2	8,808,988
27641	19655	14	7	4	24	22	27	11	4	4	4	5	5	2	8,804,875
27642	26644	14	9	5	24	22	11	5	4	10	4	2	5	5	8,796,721
27643	23563	14	8	5	24	22	11	5	4	4	9	2	5	2	8,744,251
27644	27393	14	9	5	60	55	11	5	4	4	4	2	2	2	8,738,892
27645	24683	14	9	3	24	22	11	11	10	4	9	2	5	2	8,733,919
27646	18561	14	7	3	24	22	27	5	4	4	4	2	2	2	8,728,282
27647	23755	14	8	5	24	22	27	11	4	4	9	2	5	2	8,695,230
27648	20619	14	7	5	24	22	27	5	4	4	9	2	5	2	8,548,790



### 5.5.2. Analisis Grafik

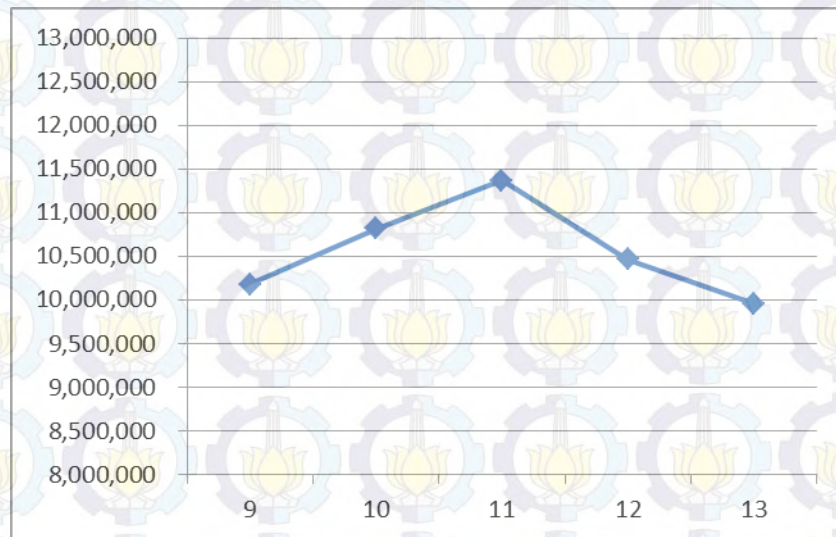
Sebagai ilustrasi, pada Gambar 5.8 dan 5.9 berikut ini ditampilkan grafik histogram 5 sampel distribusi data *profit* harian dari yang terbesar hingga yang terkecil yaitu pada *Run* ke-888, 20153, 19418, 21438, dan 20619. Dapat diamati pada grafik histogram bahwa data pada *Run* ke-888 cenderung berdistribusi normal dengan varian yang relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan data lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa model eksperimen pada *Run* ke-888 cukup stabil dan dapat dijadikan acuan nilai optimal.



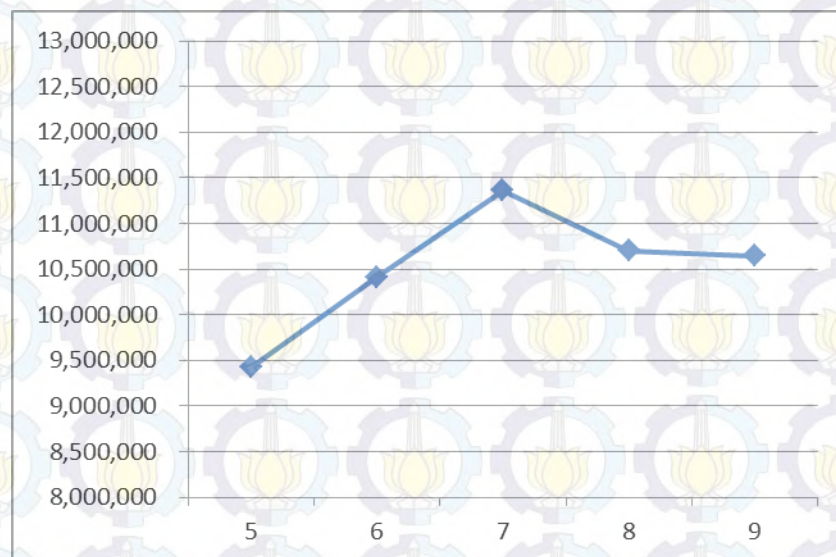
Gambar 5.8. Histogram Sampel *Output*



Untuk melihat pengaruh perubahan suatu variabel terhadap *output*, pada Tabel 5.10, 5.11, dan 5.12 digambarkan grafik nilai *profit* terhadap salah satu variabel (dalam sampel ini *Manpower*, *Stall* servis dan *Stall* parkir) yang nilainya berubah sementara variabel lainnya tetap.

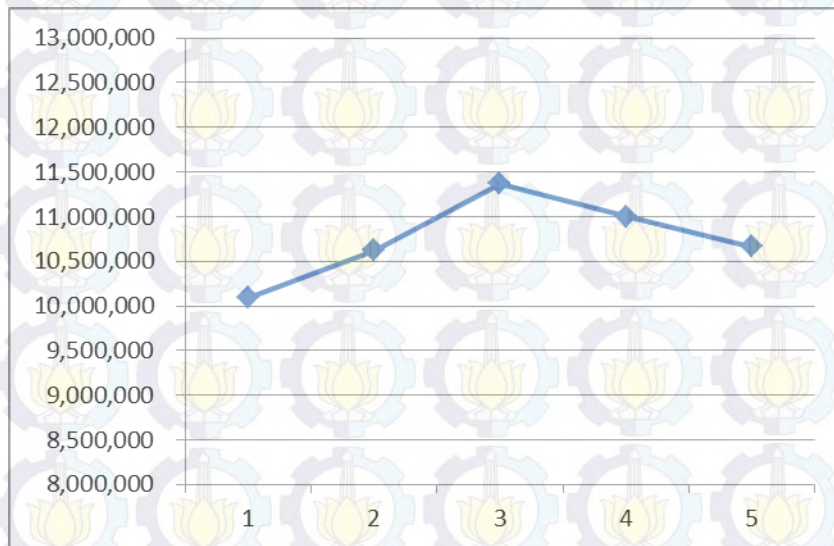


Gambar 5.9. Pengaruh Variabel *Manpower*



Gambar 5.10. Pengaruh Variabel *Stall* Servis





Gambar 5.11. Pengaruh Variabel *Stall Parkir*

### 5.5.3. Analisis Varian

Dengan menggunakan perangkat lunak statistik, *output* hasil analisis varian model simulasi adalah sebagai berikut:

**General Linear Model: *Profit* versus Manpower, StlServis, StlParkir, Stk Part1, StkPart2, StkPart3, StkPart4, StkPart5, StkPart6, StkPart7, StkPart8, StkPart9, StkPart10**

Factor	Type	Levels	Values
Manpower	fixed	3	11, 12, 14
StlServis	fixed	3	7, 8, 9
StlParkir	fixed	3	3, 4, 5
StkPart1	fixed	2	24, 60
StkPart2	fixed	2	22, 55
StkPart3	fixed	2	11, 27
StkPart4	fixed	2	5, 11
StkPart5	fixed	2	4, 10
StkPart6	fixed	2	4, 10
StkPart7	fixed	2	4, 9
StkPart8	fixed	2	2, 5
StkPart9	fixed	2	2, 5
StkPart10	fixed	2	2, 5



Analysis of Variance for *Profit*, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Manpower	2	8.22E+14	8.25E+14	4.12E+14	7370.93	0.000
StlServis	2	1.07E+12	1.07E+12	5.36E+11	9.59	0.002
StlParkir	2	7.20E+11	7.20E+11	3.60E+11	6.43	0.000
StkPart1	1	6.30E+14	6.30E+14	6.30E+14	11261.90	0.000
StkPart2	1	1.07E+13	1.07E+13	1.07E+13	191.39	0.000
StkPart3	1	3.67E+13	3.67E+13	3.67E+13	656.82	0.000
StkPart4	1	1.46E+13	1.46E+13	1.46E+13	260.90	0.000
StkPart5	1	1.39E+13	1.39E+13	1.39E+13	248.28	0.000
StkPart6	1	2.06E+14	2.06E+14	2.06E+14	3695.57	0.000
StkPart7	1	3.20E+12	3.20E+12	3.20E+12	57.31	0.000
StkPart8	1	2.02E+14	2.02E+14	2.02E+14	3612.86	0.000
StkPart9	1	1.73E+12	1.73E+12	1.73E+12	31.00	0.000
StkPart10	1	2.88E+14	2.88E+14	2.88E+14	5152.75	0.000
Error	27514	1.54E+15	1.54E+15	55987659230		
Total	27647	3.78E+15				

S = 236617    R-Sq = 59.34%    R-Sq(adj) = 59.15%

Data di atas selanjutnya dipergunakan untuk melakukan uji hipotesis pengaruh variabel terhadap respon/*output* dengan ketentuan sebagai berikut:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$  (variabel/faktor tidak berpengaruh pada respon/*output*)

$H_1$ : paling sedikit satu  $\tau_i \neq 0$ ,  $i = 1, 2, 3$  dst (variabel/faktor berpengaruh pada respon/*output*)

Hipotesis awal  $H_0$  akan ditolak apabila nilai F melebihi  $F_{(\alpha, v_1, v_2)}$  atau *p-value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ).



Adapun resume interpretasi hasil uji hipotesis dengan Analisis Varian dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4. Interpretasi Uji Hipotesis

Variabel	<i>F value</i>	<i>P value</i>	Interpretasi
<i>Manpower</i>	7370.93	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StlServis</i>	9.59	0.002	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StlParkir</i>	6.43	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart1</i>	11261.9	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart2</i>	191.39	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart3</i>	656.82	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart4</i>	260.9	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart5</i>	248.28	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart6</i>	3695.57	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart7</i>	57.31	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart8</i>	3612.86	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart9</i>	31.0	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>
<i>StkPart10</i>	5152.75	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap <i>Profit</i>

#### 5.5.4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan *profit* mencapai nilai maksimum pada skenario variabel tertentu. Validasi model dan analisa statistik pada output mengindikasikan bahwa model cukup akurat dan stabil. Dengan demikian hasilnya dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan komposisi variabel yang optimal.

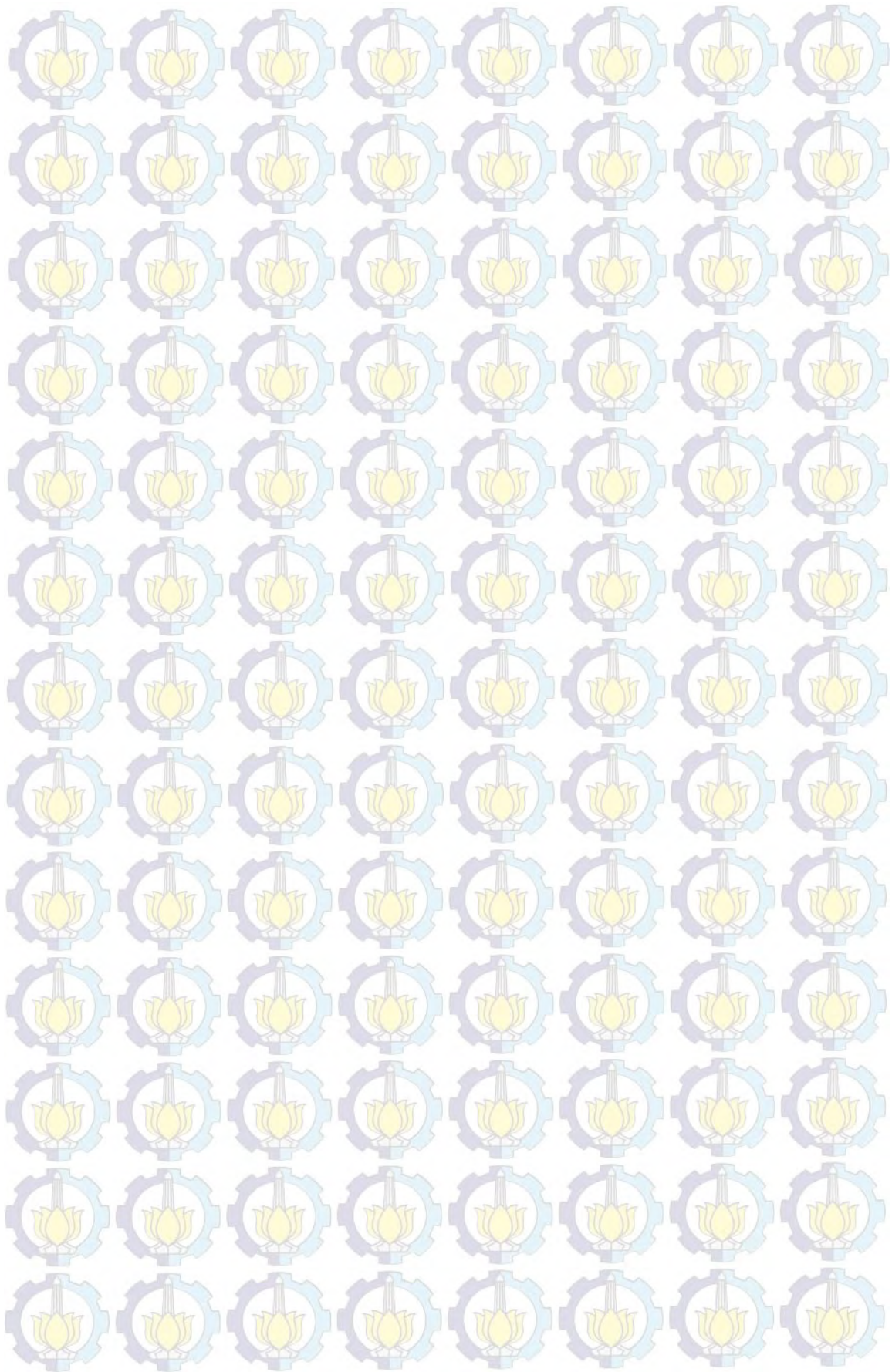
Segi positif dari penelitian ini adalah hasilnya dengan mudah dapat diaplikasikan dalam penentuan sumberdaya sistem layanan servis sesungguhnya. Dalam aplikasinya pada sistem nyata secara sederhana, untuk variabel yang bersifat *general* (dipergunakan untuk semua tipe kendaraan) nilainya diperhitungkan secara proporsional mengacu pada komposisi kendaraan dan atau jenis servis. Sementara untuk variabel yang spesifik untuk tipe Avanza, nilainya



diasumsikan sama dengan nilai optimal hasil penelitian. Sebagai contoh, nilai yang disarankan untuk aplikasi variabel *Manpower* dengan komposisi tipe Avanza 32,1% adalah  $100/32,1 \times 11 = 34$  (dibulatkan). Sedangkan untuk variabel *StkPart2* (*Oil Filter* tipe Avanza) nilainya sama dengan nilai optimalnya yaitu 55.

Namun di sisi lain, terdapat segi negatif yang perlu penyempurnaan lebih lanjut dari pemodelan sistem ini mengingat model simulasi ini baru mengakomodir parameter dan variabel dalam jumlah yang terbatas. Hal ini dapat berpengaruh pada akurasi hasil penelitian. Untuk memperbaiki hal tersebut, diharapkan model simulasi ini dapat mengakomodir tipe kendaraan yang lebih banyak, jenis pekerjaan yang lebih beragam, serta variabel yang merepresentasikan sebagian besar sumberdaya layanan servis. Dukungan perangkat keras dengan kemampuan tinggi sangat dibutuhkan dalam menjalankan simulasi ini nantinya, mengingat makin banyak variabel dan level makin banyak jumlah dan waktu *run* yang dibutuhkan.







## LAMPIRAN

### A. Output Hasil Simulasi

Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
888	11	7	3	60	55	11	11	10	10	4	5	5	5	11,364,925	2,540,066
6869	11	9	3	60	22	27	11	4	10	4	5	2	2	11,352,291	2,797,936
12214	12	7	5	60	55	27	5	10	10	4	5	2	5	11,334,902	2,576,870
8998	11	9	5	60	55	11	5	10	4	4	5	2	5	11,313,551	2,723,391
992	11	7	3	60	55	27	11	4	10	9	5	5	5	11,312,080	2,227,224
7072	11	9	3	60	55	27	5	4	10	9	5	5	5	11,303,212	2,785,537
6002	11	8	5	60	55	11	11	10	10	4	2	2	5	11,283,824	2,423,488
14208	12	8	4	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	11,279,675	2,795,856
7130	11	9	3	60	55	27	11	4	10	9	2	2	5	11,266,395	2,737,126
12278	12	7	5	60	55	27	11	10	10	4	5	2	5	11,263,845	2,725,652
3770	11	8	3	60	22	27	5	10	10	9	2	2	5	11,260,257	2,763,419
4928	11	8	4	60	55	11	5	10	10	9	5	5	5	11,259,342	2,735,313
1791	11	7	4	60	22	27	11	10	10	9	5	5	2	11,251,243	2,676,877
4821	11	8	4	60	22	27	11	4	10	4	5	2	2	11,243,330	2,894,828
13300	12	8	3	60	55	27	11	10	10	4	2	5	5	11,241,814	2,803,661
18102	12	9	5	60	22	27	5	10	10	4	5	2	5	11,218,041	2,619,391
3050	11	7	5	60	55	27	11	10	4	9	2	2	5	11,213,514	2,285,273
10943	12	7	4	60	22	27	5	10	10	9	5	5	2	11,210,447	2,658,087
6076	11	8	5	60	55	27	5	10	10	9	2	5	5	11,197,659	2,494,405
11134	12	7	4	60	55	11	11	10	10	9	5	2	5	11,197,465	2,643,233
11894	12	7	5	60	22	11	11	10	10	4	5	2	5	11,188,211	2,483,489
9052	11	9	5	60	55	11	11	4	10	9	2	5	5	11,185,376	2,429,488
4670	11	8	4	60	22	11	5	10	10	9	5	2	5	11,184,939	2,600,860
6688	11	9	3	60	22	11	5	4	10	9	5	5	5	11,173,012	2,506,465
2676	11	7	5	60	22	11	11	10	10	4	2	5	5	11,169,910	2,455,193
5078	11	8	4	60	55	27	11	4	10	4	5	2	5	11,151,210	2,661,473
9214	11	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	2	5	11,139,009	2,510,956
5790	11	8	5	60	22	27	5	4	10	9	5	2	5	11,128,785	2,835,735
4838	11	8	4	60	22	27	11	10	4	4	5	2	5	11,128,018	2,685,561
9216	11	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	5	5	11,127,798	2,693,212
15038	12	8	5	60	22	27	5	10	10	9	5	2	5	11,116,974	2,611,294
9024	11	9	5	60	55	11	5	10	10	9	5	5	5	11,115,154	2,803,132
7160	11	9	3	60	55	27	11	10	10	4	5	5	5	11,113,489	2,882,829
4942	11	8	4	60	55	11	11	4	4	9	5	2	5	11,112,962	2,557,794
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...



Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
14334	12	8	4	60	55	27	11	10	10	9	5	2	5	11,101,949	2,598,787
7922	11	9	4	60	22	27	11	10	10	4	2	2	5	11,100,217	2,814,690
6078	11	8	5	60	55	27	5	10	10	9	5	2	5	11,098,781	2,636,472
5950	11	8	5	60	55	11	5	10	10	9	5	2	5	11,094,219	2,720,855
2740	11	7	5	60	22	27	5	10	10	4	2	5	5	11,091,293	2,530,294
12978	12	8	3	60	22	27	5	10	10	4	2	2	5	11,089,474	2,530,526
3976	11	8	3	60	55	27	5	4	4	4	5	5	5	11,089,297	2,430,670
1017	11	7	3	60	55	27	11	10	10	9	2	2	2	11,088,165	2,423,124
16372	12	9	3	60	55	27	11	10	10	4	2	5	5	11,086,438	2,698,539
14333	12	8	4	60	55	27	11	10	10	9	5	2	2	11,079,016	2,732,864
3934	11	8	3	60	55	11	11	4	10	9	5	2	5	11,078,404	2,778,495
1006	11	7	3	60	55	27	11	10	4	9	5	2	5	11,071,768	2,680,817
2802	11	7	5	60	22	27	11	10	10	4	2	2	5	11,071,683	2,490,374
17312	12	9	4	60	55	27	5	4	10	9	5	5	5	11,069,233	2,753,513
9056	11	9	5	60	55	11	11	4	10	9	5	5	5	11,058,484	2,648,848
18288	12	9	5	60	55	11	11	10	4	9	5	5	5	11,058,448	2,888,199
7885	11	9	4	60	22	27	11	4	4	9	5	2	2	11,056,212	2,271,426
3032	11	7	5	60	55	27	11	4	10	4	5	5	5	11,054,936	2,647,721
9206	11	9	5	60	55	27	11	10	10	4	5	2	5	11,052,350	2,955,665
4854	11	8	4	60	22	27	11	10	10	4	5	2	5	11,052,264	2,517,317
8830	11	9	5	60	22	11	11	10	10	9	5	2	5	11,046,877	2,840,163
9118	11	9	5	60	55	27	5	4	10	9	5	2	5	11,045,855	2,789,542
2806	11	7	5	60	22	27	11	10	10	4	5	2	5	11,045,563	2,642,386
13056	12	8	3	60	22	27	11	10	10	9	5	5	5	11,043,584	2,813,171
7128	11	9	3	60	55	27	11	4	10	4	5	5	5	11,041,816	2,975,896
606	11	7	3	60	22	11	11	4	10	9	5	2	5	11,041,340	2,614,917
2046	11	7	4	60	55	27	11	10	10	9	5	2	5	11,037,806	2,825,936
3894	11	8	3	60	55	11	5	10	10	4	5	2	5	11,034,818	2,716,874
6144	11	8	5	60	55	27	11	10	10	9	5	5	5	11,034,750	2,806,575
7132	11	9	3	60	55	27	11	4	10	9	2	5	5	11,033,402	3,170,936
598	11	7	3	60	22	11	11	4	10	4	5	2	5	11,032,859	2,304,211
12266	12	7	5	60	55	27	11	10	4	9	2	2	5	11,030,765	2,256,027
7093	11	9	3	60	55	27	5	10	10	4	5	2	2	11,029,282	2,706,433
7992	11	9	4	60	55	11	5	10	10	4	5	5	5	11,026,883	2,645,704
17405	12	9	4	60	55	27	11	10	10	9	5	2	2	11,026,366	2,869,742
18304	12	9	5	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	11,024,419	2,774,926
2776	11	7	5	60	22	27	11	4	10	4	5	5	5	11,023,010	2,959,445
18336	12	9	5	60	55	27	5	4	10	9	5	5	5	11,019,160	2,929,903
1600	11	7	4	60	22	11	5	10	10	9	5	5	5	11,019,145	2,507,176
6010	11	8	5	60	55	11	11	10	10	9	2	2	5	11,019,077	2,603,961



Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
1750	11	7	4	60	22	27	11	4	10	4	5	2	5	11,018,611	2,637,928
1622	11	7	4	60	22	11	11	4	10	4	5	2	5	11,017,558	2,724,781
13021	12	8	3	60	22	27	11	4	10	9	5	2	2	11,016,893	2,481,371
7096	11	9	3	60	55	27	5	10	10	4	5	5	5	11,013,809	2,724,970
1728	11	7	4	60	22	27	5	10	10	9	5	5	5	11,013,767	2,422,367
7894	11	9	4	60	22	27	11	4	10	4	5	2	5	11,013,600	2,342,415
2994	11	7	5	60	55	27	5	10	10	4	2	2	5	11,012,566	2,767,863
17088	12	9	4	60	22	27	5	10	10	9	5	5	5	11,010,396	2,865,160
1528	11	7	4	24	55	27	11	10	10	4	5	5	5	11,009,719	2,083,787
4918	11	8	4	60	55	11	5	10	10	4	5	2	5	11,008,451	2,445,193
2803	11	7	5	60	22	27	11	10	10	4	2	5	2	11,007,163	2,507,690
9054	11	9	5	60	55	11	11	4	10	9	5	2	5	11,000,770	2,759,691
1948	11	7	4	60	55	27	5	4	10	9	2	5	5	11,000,435	2,573,777
8148	11	9	4	60	55	27	11	4	10	4	2	5	5	10,999,182	2,628,366
1792	11	7	4	60	22	27	11	10	10	9	5	5	5	10,995,527	2,748,562
9116	11	9	5	60	55	27	5	4	10	9	2	5	5	10,994,819	2,863,959
1616	11	7	4	60	22	11	11	4	4	9	5	5	5	10,992,998	2,621,550
14320	12	8	4	60	55	27	11	10	4	9	5	5	5	10,989,963	2,775,938
8092	11	9	4	60	55	27	5	4	10	9	2	5	5	10,986,369	2,678,623
4992	11	8	4	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	10,984,098	2,488,293
7886	11	9	4	60	22	27	11	4	4	9	5	2	5	10,978,346	2,674,085
2960	11	7	5	60	55	27	5	4	4	9	5	5	5	10,977,519	2,347,229
1814	11	7	4	60	55	11	5	4	10	4	5	2	5	10,977,216	2,620,320
16312	12	9	3	60	55	27	5	10	10	4	5	5	5	10,976,865	2,796,788
3960	11	8	3	60	55	11	11	10	10	4	5	5	5	10,975,936	2,630,324
7158	11	9	3	60	55	27	11	10	10	4	5	2	5	10,975,379	2,647,723
3034	11	7	5	60	55	27	11	4	10	9	2	2	5	10,974,722	2,317,817
3968	11	8	3	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	10,974,362	2,563,211
8124	11	9	4	60	55	27	5	10	10	9	2	5	5	10,972,850	2,516,921
3838	11	8	3	60	22	27	11	10	10	9	5	2	5	10,970,515	2,661,974
5876	11	8	5	60	22	27	11	10	10	4	2	5	5	10,969,402	2,511,852
11136	12	7	4	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	10,969,353	2,427,301
18160	12	9	5	60	22	27	11	10	4	9	5	5	5	10,966,181	2,614,115
11253	12	7	4	60	55	27	11	10	10	4	5	2	2	10,965,670	2,547,275
12216	12	7	5	60	55	27	5	10	10	4	5	5	5	10,963,866	2,804,120
20320	14	7	4	60	55	11	11	4	10	9	5	5	5	10,963,223	2,726,797
6720	11	9	3	60	22	11	5	10	10	9	5	5	5	10,959,381	2,422,491
11912	12	7	5	60	22	27	5	4	4	4	5	5	5	10,959,211	2,603,791
6784	11	9	3	60	22	11	11	10	10	9	5	5	5	10,958,346	2,499,581
10239	12	7	3	60	55	27	11	10	10	9	5	5	2	10,958,267	2,637,547



Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
7040	11	9	3	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	10,957,976	2,645,698
10014	12	7	3	60	55	11	5	4	10	9	5	2	5	10,957,914	2,994,741
16219	12	9	3	60	55	11	11	4	10	9	2	5	2	10,957,402	2,714,022
3072	11	7	5	60	55	27	11	10	10	9	5	5	5	10,955,133	2,880,129
3704	11	8	3	60	22	11	11	10	10	4	5	5	5	10,954,973	2,584,861
15338	12	8	5	60	55	27	11	10	4	9	2	2	5	10,953,780	2,660,561
8158	11	9	4	60	55	27	11	4	10	9	5	2	5	10,952,488	2,607,520
1686	11	7	4	60	22	27	5	4	10	4	5	2	5	10,951,748	2,628,208
8760	11	9	5	60	22	11	5	10	10	4	5	5	5	10,950,394	2,832,237
14014	12	8	4	60	22	27	5	10	10	9	5	2	5	10,949,842	2,620,063
8090	11	9	4	60	55	27	5	4	10	9	2	2	5	10,949,126	2,287,198
7926	11	9	4	60	22	27	11	10	10	4	5	2	5	10,948,361	3,024,247
5656	11	8	5	60	22	11	5	4	10	4	5	5	5	10,948,129	3,017,768
1920	11	7	4	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	10,946,347	2,644,058
17402	12	9	4	60	55	27	11	10	10	9	2	2	5	10,945,114	2,834,335
9142	11	9	5	60	55	27	5	10	10	4	5	2	5	10,944,458	3,111,895
16317	12	9	3	60	55	27	5	10	10	9	5	2	2	10,943,971	2,416,405
5914	11	8	5	60	55	11	5	4	10	9	2	2	5	10,943,694	2,832,824
3070	11	7	5	60	55	27	11	10	10	9	5	2	5	10,943,623	2,903,975
7606	11	9	4	24	55	27	5	10	10	4	5	2	5	10,943,363	2,191,722
1532	11	7	4	24	55	27	11	10	10	9	2	5	5	10,941,116	2,223,321
11166	12	7	4	60	55	27	5	4	10	9	5	2	5	10,940,351	2,759,942
7880	11	9	4	60	22	27	11	4	4	4	5	5	5	10,939,732	2,934,479
4818	11	8	4	60	22	27	11	4	10	4	2	2	5	10,939,127	2,453,461
5773	11	8	5	60	22	27	5	4	4	9	5	2	2	10,938,834	2,450,203
1664	11	7	4	60	22	11	11	10	10	9	5	5	5	10,935,882	2,309,796
14080	12	8	4	60	22	27	11	10	10	9	5	5	5	10,935,350	2,789,160
17384	12	9	4	60	55	27	11	10	4	4	5	5	5	10,934,752	2,847,733
2658	11	7	5	60	22	11	11	10	4	4	2	2	5	10,933,185	2,271,750
9880	12	7	3	60	22	27	5	4	10	4	5	5	5	10,932,430	2,394,251
590	11	7	3	60	22	11	11	4	4	9	5	2	5	10,932,414	2,676,407
17248	12	9	4	60	55	11	11	4	10	9	5	5	5	10,932,288	2,696,274
4898	11	8	4	60	55	11	5	10	4	4	2	2	5	10,931,704	2,384,408
8280	11	9	5	24	22	11	11	4	10	4	5	5	5	10,931,691	2,335,260
9942	12	7	3	60	22	27	11	4	10	4	5	2	5	10,929,725	2,543,200
6128	11	8	5	60	55	27	11	10	4	9	5	5	5	10,926,969	2,807,015
17278	12	9	4	60	55	11	11	10	10	9	5	2	5	10,926,828	2,801,940
8157	11	9	4	60	55	27	11	4	10	9	5	2	2	10,926,734	2,788,939
15358	12	8	5	60	55	27	11	10	10	9	5	2	5	10,924,596	2,808,973
9070	11	9	5	60	55	11	11	10	4	9	5	2	5	10,923,322	2,945,374



Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
13043	12	8	3	60	22	27	11	10	10	4	2	5	2	10,923,311	2,551,492
15144	12	8	5	60	55	11	5	10	4	4	5	5	5	10,921,509	2,426,360
2028	11	7	4	60	55	27	11	10	4	9	2	5	5	10,921,192	2,643,629
16178	12	9	3	60	55	11	5	10	10	4	2	2	5	10,920,830	2,364,635
12859	12	8	3	60	22	11	5	10	10	9	2	5	2	10,920,182	2,296,097
8700	11	9	5	24	55	27	11	10	10	9	2	5	5	10,918,636	2,353,369
7164	11	9	3	60	55	27	11	10	10	9	2	5	5	10,918,489	2,657,744
17207	12	9	4	60	55	11	5	10	10	4	5	5	2	10,917,881	2,664,742
5022	11	8	4	60	55	27	5	4	10	9	5	2	5	10,917,579	2,827,362
8864	11	9	5	60	22	27	5	4	10	9	5	5	5	10,917,093	2,797,283
8834	11	9	5	60	22	27	5	4	4	4	2	2	5	10,916,601	2,553,108
3028	11	7	5	60	55	27	11	4	10	4	2	5	5	10,915,485	2,724,750
17208	12	9	4	60	55	11	5	10	10	4	5	5	5	10,915,203	2,800,362
5687	11	8	5	60	22	11	5	10	10	4	5	5	2	10,915,053	2,184,307
11200	12	7	4	60	55	27	5	10	10	9	5	5	5	10,914,694	3,047,122
5704	11	8	5	60	22	11	11	4	4	4	5	5	5	10,913,651	2,347,564
13198	12	8	3	60	55	27	5	4	4	9	5	2	5	10,913,520	2,435,944
5819	11	8	5	60	22	27	5	10	10	9	2	5	2	10,910,739	2,639,002
6141	11	8	5	60	55	27	11	10	10	9	5	2	2	10,907,913	2,808,333
17344	12	9	4	60	55	27	5	10	10	9	5	5	5	10,905,609	2,692,442
16118	12	9	3	60	22	27	11	10	10	4	5	2	5	10,904,985	2,455,577
2775	11	7	5	60	22	27	11	4	10	4	5	5	2	10,904,872	2,331,413
22142	14	8	3	60	22	11	11	10	10	9	5	2	5	10,901,349	2,563,381
16350	12	9	3	60	55	27	11	4	10	9	5	2	5	10,901,269	2,748,012
18088	12	9	5	60	22	27	5	10	4	4	5	5	5	10,899,584	2,725,163
13042	12	8	3	60	22	27	11	10	10	4	2	2	5	10,898,732	2,609,555
5970	11	8	5	60	55	11	11	4	10	4	2	2	5	10,898,197	2,891,888
13080	12	8	3	60	55	11	5	4	10	4	5	5	5	10,897,899	2,867,211
3888	11	8	3	60	55	11	5	10	4	9	5	5	5	10,897,424	2,616,042
24424	14	8	5	60	55	11	11	10	4	4	5	5	5	10,897,219	2,687,499
2040	11	7	4	60	55	27	11	10	10	4	5	5	5	10,896,674	2,957,010
984	11	7	3	60	55	27	11	4	10	4	5	5	5	10,895,951	2,804,047
852	11	7	3	60	55	11	11	4	10	4	2	5	5	10,894,509	2,660,331
9083	11	9	5	60	55	11	11	10	10	9	2	5	2	10,893,984	2,734,511
8896	11	9	5	60	22	27	5	10	10	9	5	5	5	10,893,671	3,075,107
8732	11	9	5	60	22	11	5	4	10	9	2	5	5	10,892,955	2,677,623
7928	11	9	4	60	22	27	11	10	10	4	5	5	5	10,892,928	2,770,157
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...



Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
19687	14	7	4	24	22	27	11	10	4	4	5	5	2	9,064,963	2,592,369
25921	14	9	4	24	55	11	11	4	4	4	2	2	2	9,064,740	2,227,429
19641	14	7	4	24	22	27	5	10	10	9	2	2	2	9,062,746	2,286,071
26835	14	9	5	24	22	27	11	4	10	4	2	5	2	9,062,614	2,316,497
24203	14	8	5	60	22	27	5	4	4	9	2	5	2	9,061,705	2,304,399
10753	12	7	4	60	22	11	5	4	4	4	2	2	2	9,060,143	2,577,055
25626	14	9	4	24	22	11	5	4	10	9	2	2	5	9,059,672	2,473,989
23583	14	8	5	24	22	11	5	4	10	9	5	5	2	9,058,657	2,343,206
18697	14	7	3	24	55	11	5	4	4	9	2	2	2	9,058,225	2,253,495
24001	14	8	5	24	55	27	11	4	4	4	2	2	2	9,057,739	1,991,084
24593	14	9	3	24	22	11	5	4	10	4	2	2	2	9,056,852	2,380,914
20969	14	7	5	24	55	27	11	10	4	9	2	2	2	9,055,965	2,261,199
24833	14	9	3	24	55	11	5	4	4	4	2	2	2	9,055,852	1,958,523
23769	14	8	5	24	22	27	11	4	10	9	2	2	2	9,055,174	2,235,814
19773	14	7	4	24	55	11	5	10	10	9	5	2	2	9,054,647	2,756,270
23751	14	8	5	24	22	27	11	4	4	4	5	5	2	9,053,884	2,498,050
19479	14	7	4	24	22	11	5	4	10	4	5	5	2	9,051,109	2,377,291
19535	14	7	4	24	22	11	11	4	4	9	5	5	2	9,049,467	2,378,784
25987	14	9	4	24	55	27	5	4	4	4	2	5	2	9,048,812	2,264,648
22657	14	8	4	24	22	27	5	4	4	4	2	2	2	9,044,381	2,460,089
26625	14	9	5	24	22	11	5	4	4	4	2	2	2	9,044,108	2,074,243
25971	14	9	4	24	55	11	11	10	10	4	2	5	2	9,043,579	2,118,802
26921	14	9	5	24	55	11	5	10	4	9	2	2	2	9,042,658	2,185,406
25027	14	9	3	24	55	27	11	4	4	4	2	5	2	9,041,542	2,094,360
18445	14	7	3	24	22	11	5	4	4	9	5	2	2	9,041,350	2,275,158
9442	12	7	3	24	22	27	11	10	4	4	2	2	5	9,041,001	2,531,369
20547	14	7	5	24	22	11	11	4	4	4	2	5	2	9,038,586	2,221,081
22693	14	8	4	24	22	27	5	10	4	4	5	2	2	9,037,799	2,398,431
25993	14	9	4	24	55	27	5	4	4	9	2	2	2	9,036,695	2,113,565
19651	14	7	4	24	22	27	11	4	4	4	2	5	2	9,035,580	2,186,379
19529	14	7	4	24	22	11	11	4	4	9	2	2	2	9,033,421	2,342,375
23937	14	8	5	24	55	27	5	4	4	4	2	2	2	9,033,035	2,170,600
26658	14	9	5	24	22	11	5	10	4	4	2	2	5	9,032,263	2,174,588
26883	14	9	5	24	55	11	5	4	4	4	2	5	2	9,031,228	2,243,396
23729	14	8	5	24	22	27	5	10	10	4	2	2	2	9,030,295	2,605,625
19785	14	7	4	24	55	11	11	4	4	9	2	2	2	9,029,802	2,223,478
20641	14	7	5	24	22	27	5	10	4	4	2	2	2	9,027,649	2,257,850
22597	14	8	4	24	22	11	11	4	4	4	5	2	2	9,024,791	2,605,608
19533	14	7	4	24	22	11	11	4	4	9	5	2	2	9,023,987	1,987,854
24667	14	9	3	24	22	11	11	4	10	9	2	5	2	9,023,871	2,311,953



Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
23679	14	8	5	24	22	11	11	10	10	9	5	5	2	9,022,966	2,472,872
23791	14	8	5	24	22	27	11	10	4	9	5	5	2	9,022,151	2,532,442
12523	12	8	3	24	22	27	11	10	4	9	2	5	2	9,019,209	2,391,928
25857	14	9	4	24	55	11	5	4	4	4	2	2	2	9,018,706	2,581,480
25819	14	9	4	24	22	27	11	4	10	9	2	5	2	9,017,264	2,347,779
22611	14	8	4	24	22	11	11	4	10	4	2	5	2	9,014,926	2,306,776
21545	14	8	3	24	22	11	5	10	4	9	2	2	2	9,012,957	2,133,337
20425	14	7	4	60	55	27	11	4	4	9	2	2	2	9,010,527	2,451,425
20571	14	7	5	24	22	11	11	4	10	9	2	5	2	9,009,724	2,019,165
24835	14	9	3	24	55	11	5	4	4	4	2	5	2	9,006,821	1,933,495
16587	12	9	4	24	22	27	11	4	4	9	2	5	2	9,006,506	2,427,807
18985	14	7	3	60	22	11	5	10	4	9	2	2	2	8,999,427	2,695,300
25835	14	9	4	24	22	27	11	10	4	9	2	5	2	8,998,863	2,398,107
23682	14	8	5	24	22	27	5	4	4	4	2	2	5	8,998,395	2,317,913
20737	14	7	5	24	55	11	5	4	4	4	2	2	2	8,997,442	2,323,543
26713	14	9	5	24	22	11	11	4	10	9	2	2	2	8,997,198	2,400,065
20556	14	7	5	24	22	11	11	4	4	9	2	5	5	8,996,411	2,156,542
27205	14	9	5	60	22	11	11	4	4	4	5	2	2	8,995,718	2,547,986
26859	14	9	5	24	22	27	11	10	4	9	2	5	2	8,995,040	2,190,066
24781	14	9	3	24	22	27	11	4	4	9	5	2	2	8,993,006	2,475,559
24521	14	8	5	60	55	27	11	4	4	9	2	2	2	8,989,994	2,333,108
18753	14	7	3	24	55	11	11	4	4	4	2	2	2	8,988,484	2,121,788
26803	14	9	5	24	22	27	5	10	10	4	2	5	2	8,988,164	2,235,031
24993	14	9	3	24	55	27	5	10	4	4	2	2	2	8,986,742	2,281,760
21641	14	8	3	24	22	27	5	4	4	9	2	2	2	8,986,696	2,116,581
26977	14	9	5	24	55	11	11	10	4	4	2	2	2	8,986,364	2,106,470
25687	14	9	4	24	22	11	11	4	10	4	5	5	2	8,984,538	2,434,061
22854	14	8	4	24	55	11	11	4	4	4	5	2	5	8,982,607	2,633,922
26017	14	9	4	24	55	27	5	10	4	4	2	2	2	8,982,073	2,106,168
19469	14	7	4	24	22	11	5	4	4	9	5	2	2	8,980,117	2,289,289
20940	14	7	5	24	55	27	11	4	4	9	2	5	5	8,978,951	2,548,494
27091	14	9	5	24	55	27	11	4	10	4	2	5	2	8,978,379	2,460,227
24853	14	9	3	24	55	11	5	4	10	4	5	2	2	8,977,529	2,148,222
24619	14	9	3	24	22	11	5	10	4	9	2	5	2	8,975,162	1,968,017
24707	14	9	3	24	22	27	5	4	4	4	2	5	2	8,972,587	2,488,327
19771	14	7	4	24	55	11	5	10	10	9	2	5	2	8,971,548	2,515,885
23874	14	8	5	24	55	11	11	4	4	4	2	2	5	8,970,930	2,344,308
19717	14	7	4	24	55	11	5	4	4	4	5	2	2	8,970,173	2,342,370
25601	14	9	4	24	22	11	5	4	4	4	2	2	2	8,970,171	2,195,568
19565	14	7	4	24	22	11	11	10	4	9	5	2	2	8,968,463	2,194,159



Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
19205	14	7	3	60	55	11	5	4	4	4	5	2	2	8,966,728	2,490,579
18523	14	7	3	24	22	11	11	4	10	9	2	5	2	8,963,365	2,214,520
24674	14	9	3	24	22	11	11	10	4	4	2	2	5	8,962,367	2,224,116
23243	14	8	4	60	22	27	11	4	4	9	2	5	2	8,958,286	1,898,074
20515	14	7	5	24	22	11	5	10	4	4	2	5	2	8,958,045	2,367,348
21857	14	8	3	24	55	11	11	10	4	4	2	2	2	8,955,850	2,185,899
18659	14	7	3	24	22	27	11	10	4	4	2	5	2	8,955,553	2,257,227
24681	14	9	3	24	22	11	11	10	4	9	2	2	2	8,953,998	2,354,937
21003	14	7	5	60	22	11	5	4	4	9	2	5	2	8,952,714	2,375,461
26945	14	9	5	24	55	11	11	4	4	4	2	2	2	8,950,974	2,222,658
20625	14	7	5	24	22	27	5	4	10	4	2	2	2	8,950,600	2,245,597
24897	14	9	3	24	55	11	11	4	4	4	2	2	2	8,949,177	2,073,934
26923	14	9	5	24	55	11	5	10	4	9	2	5	2	8,948,774	2,233,661
20873	14	7	5	24	55	27	5	4	4	9	2	2	2	8,947,461	2,349,531
26689	14	9	5	24	22	11	11	4	4	4	2	2	2	8,940,602	2,013,359
21767	14	8	3	24	55	11	5	4	4	4	5	5	2	8,938,885	2,143,031
23813	14	8	5	24	55	11	5	4	4	4	5	2	2	8,937,701	2,165,920
23785	14	8	5	24	22	27	11	10	4	9	2	2	2	8,937,598	2,428,692
24931	14	9	3	24	55	11	11	10	4	4	2	5	2	8,931,914	2,285,952
26275	14	9	4	60	22	27	5	10	4	4	2	5	2	8,930,002	2,472,692
25061	14	9	3	24	55	27	11	10	4	4	5	2	2	8,928,495	2,276,901
18791	14	7	3	24	55	11	11	10	4	4	5	5	2	8,924,285	2,364,793
26057	14	9	4	24	55	27	11	4	4	9	2	2	2	8,917,015	2,155,897
23561	14	8	5	24	22	11	5	4	4	9	2	2	2	8,906,614	2,208,328
19750	14	7	4	24	55	11	5	10	4	4	5	2	5	8,905,317	2,333,743
22027	14	8	3	60	22	11	5	4	4	9	2	5	2	8,904,684	2,132,486
24905	14	9	3	24	55	11	11	4	4	9	2	2	2	8,889,464	2,586,252
23587	14	8	5	24	22	11	5	10	4	4	2	5	2	8,888,535	2,336,473
22633	14	8	4	24	22	11	11	10	4	9	2	2	2	8,885,789	2,109,247
26987	14	9	5	24	55	11	11	10	4	9	2	5	2	8,885,172	2,310,241
21921	14	8	3	24	55	27	5	10	4	4	2	2	2	8,882,945	2,070,766
22827	14	8	4	24	55	11	5	10	4	9	2	5	2	8,882,250	1,989,815
22857	14	8	4	24	55	11	11	4	4	9	2	2	2	8,880,329	2,384,131
26633	14	9	5	24	22	11	5	4	4	9	2	2	2	8,879,353	2,342,372
24620	14	9	3	24	22	11	5	10	4	9	2	5	5	8,869,908	2,221,168
22881	14	8	4	24	55	11	11	10	4	4	2	2	2	8,858,493	2,378,621
26659	14	9	5	24	22	11	5	10	4	4	2	5	2	8,856,028	2,179,318
19531	14	7	4	24	22	11	11	4	4	9	2	5	2	8,851,986	2,356,193
21323	14	7	5	60	55	11	11	4	4	9	2	5	2	8,851,201	2,351,126
24778	14	9	3	24	22	27	11	4	4	9	2	2	5	8,836,949	2,254,057



Run order	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Mean	Stdev
10597	12	7	4	24	55	11	11	10	4	4	5	2	2	8,836,156	2,046,476
22913	14	8	4	24	55	27	5	4	4	4	2	2	2	8,833,058	2,217,824
24321	14	8	5	60	55	11	5	4	4	4	2	2	2	8,824,929	2,256,887
26817	14	9	5	24	22	27	11	4	4	4	2	2	2	8,824,350	2,285,036
20481	14	7	5	24	22	11	5	4	4	4	2	2	2	8,810,947	2,212,264
24003	14	8	5	24	55	27	11	4	4	4	2	5	2	8,808,988	2,339,096
19655	14	7	4	24	22	27	11	4	4	4	5	5	2	8,804,875	2,378,482
26644	14	9	5	24	22	11	5	4	10	4	2	5	5	8,796,721	2,361,840
23563	14	8	5	24	22	11	5	4	4	9	2	5	2	8,744,251	2,252,337
27393	14	9	5	60	55	11	5	4	4	4	2	2	2	8,738,892	2,528,652
24683	14	9	3	24	22	11	11	10	4	9	2	5	2	8,733,919	2,380,318
18561	14	7	3	24	22	27	5	4	4	4	2	2	2	8,728,282	2,251,644
23755	14	8	5	24	22	27	11	4	4	9	2	5	2	8,695,230	2,211,193
20619	14	7	5	24	22	27	5	4	4	9	2	5	2	8,548,790	2,368,264



## B. Waktu Proses

TBA (model)	TBA (real)	Reception (model)	Reception (real)	SB1K1 (model)	SB1K 1 (real)	SB1K2 (model)	SB1K 2 (real)	SB10K1 (model)	SB10K 1 (real)
16.756171	229.97	3.507847337	9.53	42.5206	75	11.5387	37.5	108.0246	60
76.877753	180.1	6.090345309	9.2	49.6733	75	16.1977	37.5	62.32908	60
4.6540737	176.08	2.65268515	8.88	11.2157	62	7.95005	31	78.13568	61
17.726159	175.18	4.618942685	8.87	22.4397	58	16.0808	29	77.23466	61
19.655384	156.2	4.906849336	8.65	58.5322	56	7.53189	28	96.81212	61
9.9532188	131.45	7.808016071	8.6	26.2575	48	8.33952	24	60.81683	61
47.662335	131.05	2.010766555	8.23	46.3335	45	12.6693	22.5	89.84767	62
7.9116001	127.57	5.158981733	8.2	25.6254	44	14.4184	22	116.195	62
25.763865	121.38	1.605484597	8.17	71.9287	43	20.799	21.5	82.52428	62
8.1633551	121.07	1.673899757	8.08	14.3764	40	22.82	20	64.19135	62
10.502457	120.63	1.004121768	8.02	27.7909	40	21.4388	20	79.74919	62
28.380426	120.2	4.55099441	7.95	62.0828	39	13.9849	19.5	96.84918	63
11.928004	118.52	9.250164988	7.9	18.8535	37	14.2829	18.5	62.42591	63
2.8553724	114.67	5.515995635	7.9	14.0224	36	15.9601	18	91.28817	63
5.2701902	110.5	5.773230934	7.85	52.5997	35	9.74554	17.5	78.53403	64
13.473271	109.12	1.616399362	7.62	18.9074	34	18.6285	17	86.17521	64
2.9621048	108.28	2.462258402	7.33	10.3094	33	6.18483	16.5	60.36702	65
16.498527	107.02	8.991207942	7.27	32.0044	32	5.73943	16	77.89959	65
47.904803	106.38	5.681655284	7.23	43.5996	32	16.6148	16	96.65709	65
2.3806453	98.97	2.750516825	7.15	19.0341	31	10.858	15.5	80.81332	65
24.005103	98.53	2.130452681	7.15	36.302	30	19.3305	15	109.7796	65
2.4989472	95.58	5.667407595	7.1	58.9809	29	11.3463	14.5	60.51038	65
15.103769	92.58	6.756192647	6.98	18.5391	28	9.46415	14	65.38017	66
0.4536005	90.95	5.472189415	6.92	23.3311	27	11.1715	13.5	118.0638	66
83.605591	90.82	4.238154972	6.83	19.9722	27	16.145	13.5	105.0186	66
1.568664	89.15	5.000889336	6.72	18.0443	26	8.77085	13	119.7185	67
31.70932	88.25	3.112537924	6.62	19.3367	26	12.4525	13	59.69385	67
64.871055	87.63	1.458332334	6.55	13.8532	25	16.3826	12.5	78.84183	67
2.253515	84.38	7.713840836	6.55	26.8162	25	6.73404	12.5	108.0056	67
1.0200402	79.83	4.448188957	6.52	36.1756	25	10.9979	12.5	82.16844	67
11.266997	79.82	7.887731149	6.43	53.9204	24	13.4513	12	67.81418	69
9.9360424	78.2	2.650735826	6.43	64.768	23	11.8541	11.5	60.09958	70
14.888533	78	3.291907615	6.43	40.1862	22	13.3676	11	77.10281	70
31.363088	74.77	4.760132586	6.42	22.3465	22	5.37751	11	72.03661	71
50.208727	72.8	5.499966571	6.42	33.5142	22	38.2837	11	100.6669	72
7.385364	72.72	1.164428202	6.25	31.5021	21	6.99138	10.5	60.46895	72
33.494315	71.88	5.275501593	6.18	30.2697	21	11.1003	10.5	104.274	73
1.5349917	69.82	8.83615248	6.18	31.7289	20	22.4875	10	70.36683	73



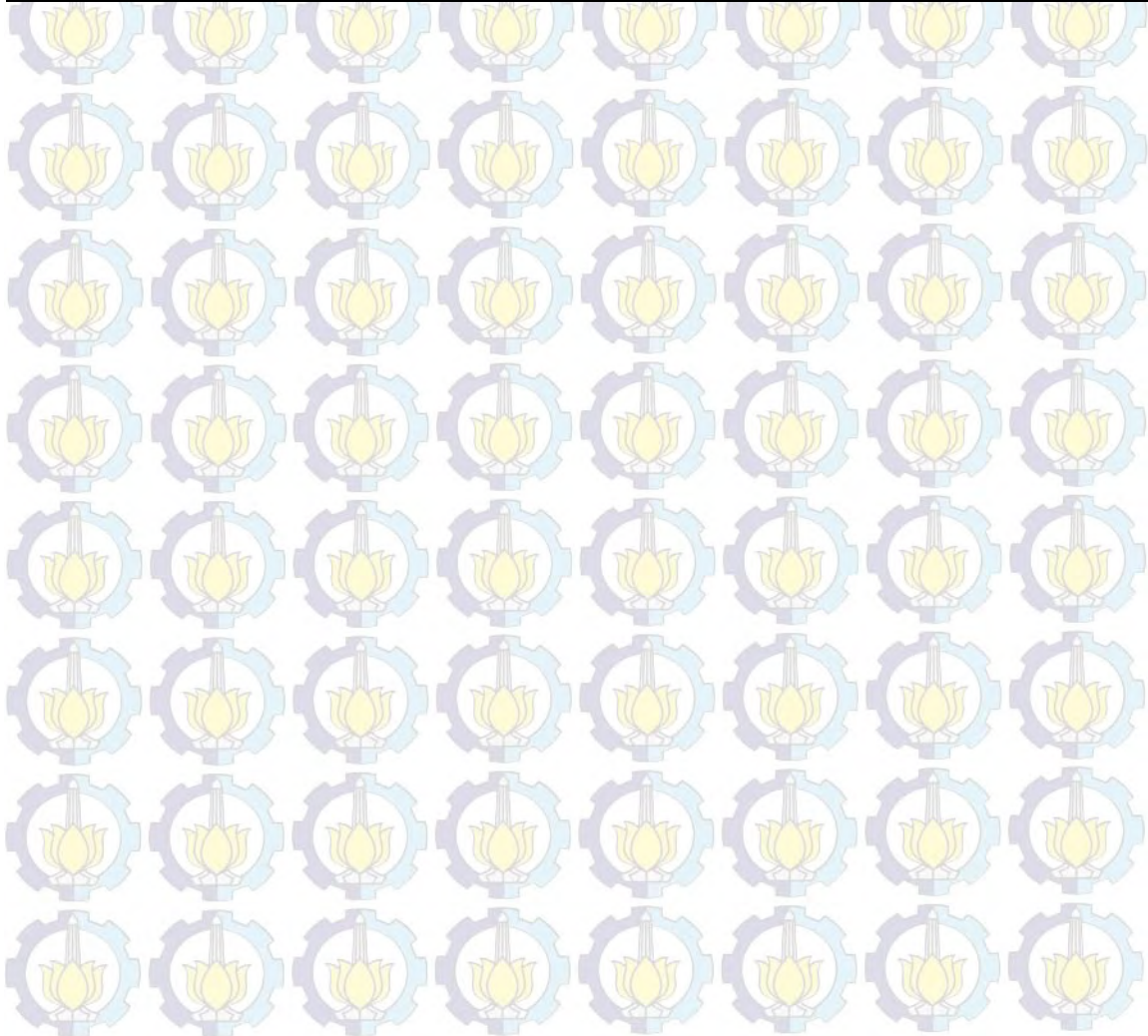
TBA (model)	TBA (real)	Reception (model)	Reception (real)	SB1K1 (model)	SB1K 1 (real)	SB1K2 (model)	SB1K 2 (real)	SB10K1 (model)	SB10K 1 (real)
14.771388	69.8	3.651635511	6.12	31.5298	18	6.90487	9	63.15547	74
17.269904	69.22	3.852439039	6.1	54.2353	18	7.31971	9	68.56974	75
64.69879	68.33	3.312774169	6.1	26.7351	17	8.48736	8.5	103.6295	75
9.8088877	68.12	9.010813685	6.03	24.1704	17	11.5113	8.5	65.48885	77
0.855807	67.7	2.437209567	6.02	36.3112	15	6.10972	7.5	74.68174	77
6.6749697	66.45	3.544391453	5.9	43.0099	12	20.2905	6	73.29795	78
4.476475	66.43	4.985986081	5.88	23.7178	12	10.0842	6	72.33525	78
4.3681879	65.88	4.587627044	5.83	32.9835	11	11.7907	5.5	59.60784	78
4.8126815	64.48	3.406183776	5.75	33.9536	10	28.7101	5	75.14675	78
5.7389401	63.48	9.095117743	5.72					94.60963	78
0.1971177	63.33	2.621649058	5.7					79.38534	79
15.667578	61.58	5.416708717	5.7					78.54504	79
2.7432642	60.07	6.08265229	5.67					85.63244	79
7.238087	59.78	2.75187647	5.65					92.56309	79
8.6737699	58.97	5.129056943	5.63					63.36251	79
56.659126	58.87	5.614924401	5.62					60.83182	80
19.388958	58.8	4.4911207	5.57					61.33669	80



SB10K2 (model)	SB10 K2 (real)	SB20K1 (model)	SB20 K1 (real)	SB20K2 (model)	SB20 K2 (real)	SB40K1 (model)	SB40 K1 (real)	SB40K2 (model)	SB40 K2 (real)	Admin (model)	Admin (real)
44.7118	30	70.21321	61	46.76788	30.5	138.6856	60	48.20245	30	10.4491	57.27
31.46352	30	177.4023	61	66.31746	30.5	63.48641	61	32.33109	30.5	4.95594	46
40.19829	30.5	171.643	61	36.24257	30.5	142.0277	61	39.85223	30.5	8.64138	41.65
31.22682	30.5	200.9576	61	55.32918	30.5	152.1183	62	44.73897	31	3.57568	31.88
30.02824	30.5	111.1055	62	41.75768	31	81.55766	62	89.22263	31	3.8729	31.58
34.40898	30.5	140.171	62	87.94642	31	129.6926	62	60.7708	31	2.16681	23.18
33.80416	31	118.2207	62	60.03184	31	178.5672	62	32.92823	31	7.49288	22.93
30.7877	31	120.7792	63	83.93749	31.5	105.5718	63	60.61908	31.5	2.94164	22.2
32.19806	31	106.14	68	35.73849	34	61.54557	63	33.15961	31.5	3.34338	20.65
48.42466	31	102.5854	68	60.65417	34	140.5584	68	104.5915	34	1.54463	20.47
46.65217	31	95.59148	68	56.88104	34	106.5668	68	43.29703	34	8.91342	20.4
32.43853	31.5	73.57943	69	39.85744	34.5	144.4594	71	33.12421	35.5	5.08506	18.35
45.7478	31.5	99.13251	70	47.56259	35	66.57094	71	57.34345	35.5	2.38938	17.9
30.89704	31.5	78.96796	73	59.8751	36.5	135.5918	72	93.66166	36	6.77321	17.8
51.54354	32	75.92832	74	39.94801	37	132.1037	73	90.96434	36.5	1.91321	17.7
42.9666	32	133.0743	74	43.9391	37	83.44408	74	35.70715	37	4.01453	17.68
41.32136	32.5	162.9472	74	54.1026	37	60.82883	74	51.09475	37	2.75223	16.53
32.01992	32.5	66.1807	75	63.05932	37.5	72.45994	74	106.4951	37	1.13201	16.52
30.23391	32.5	91.36442	76	41.17366	38	120.1631	75	34.2149	37.5	8.74653	15.92
44.81701	32.5	64.70121	76	32.71998	38	123.2639	75	46.33152	37.5	4.84641	15.42
50.7482	32.5	69.75211	77	36.88877	38.5	80.53326	78	61.99305	39	27.2555	15.28
33.35203	32.5	158.3216	77	51.15125	38.5	105.46	79	86.94108	39.5	6.05335	15.12
48.24116	33	78.48921	78	60.45797	39	80.73274	80	54.37329	40	12.6616	14.9
46.91872	33	95.16791	80	45.28245	40	64.3544	81	59.33568	40.5	1.04641	14.62
45.29566	33	74.56609	81	55.09788	40.5	93.61316	82	45.59567	41	3.22847	14.27
32.06274	33.5	75.77026	83	32.59014	41.5	130.7037	83	57.8094	41.5	2.64597	14.22
46.35733	33.5	116.3869	83	55.63912	41.5	73.13356	84	57.58738	42	14.8005	13.95
39.051	33.5	113.0824	85	33.9611	42.5	146.0728	85	48.07228	42.5	1.52041	13.93
46.11608	33.5	123.3822	86	68.86238	43	100.5452	85	31.53304	42.5	7.27507	13.42
50.92658	33.5	86.29805	86	59.39698	43	126.2702	85	54.84904	42.5	1.45976	13.38
31.34722	34.5	77.95914	87	32.70782	43.5	141.2505	86	36.46829	43	1.29066	13.33
40.87747	35	128.5103	87	31.42671	43.5	94.02981	86	32.71794	43	6.19107	13.3
43.89635	35	76.22774	87	30.34209	43.5	76.40755	87	62.10449	43.5	9.54676	13.3
54.98041	35.5	123.1734	87	52.7994	43.5	73.5964	90	35.12387	45	13.788	13.27
43.78714	36	70.57328	87	43.91102	43.5	126.1828	93	98.15666	46.5	5.04076	13.25
42.19009	36	115.2988	88	53.81012	44	149.8454	95	73.41871	47.5	7.33754	13.03
59.89598	36.5	64.32683	88	37.76197	44	117.1781	96	42.51686	48	2.05343	12.98
47.4553	36.5	65.67778	88	46.83492	44	101.001	96	47.78809	48	7.22396	12.93
53.14541	37	126.5699	89	40.62683	44.5	134.2687	100	60.43756	50	1.3119	12.88
34.56064	37.5	88.62421	92	100.5192	46	128.2974	100	56.06615	50	8.58241	12.65



SB10K2 (model)	SB10 K2 (real)	SB20K1 (model)	SB20 K1 (real)	SB20K2 (model)	SB20 K2 (real)	SB40K1 (model)	SB40 K1 (real)	SB40K2 (model)	SB40 K2 (real)	Admin (model)	Admin (real)
45.55205	37.5	183.4449	93	84.68425	46.5	95.85028	101	47.99585	50.5	1.26605	12.47
30.99036	38.5	95.99071	93	62.66366	46.5	160.4554	102	85.29093	51	7.33081	12.4
30.05792	38.5	94.35129	94	33.41391	47	81.29558	103	33.10333	51.5	2.07653	11.58
37.13227	39	171.1655	94	30.3861	47	165.4889	103	72.20196	51.5	1.48786	11.52
46.95919	39	111.3	94	82.55464	47	123.3545	103	77.61207	51.5	1.29113	11.45
43.78268	39	95.97483	94	31.76664	47	169.5476	104	93.69879	52	10.0874	11.37
32.05354	39	74.95098	96	33.47792	48	75.57209	104	53.68524	52	19.2624	11.18
42.17493	39	68.27787	98	38.25354	49	81.73102	108	55.09785	54	3.47717	11.05
39.34844	39.5	83.47399	99	30.87004	49.5	79.09894	109	34.27968	54.5	7.66786	10.98
54.76148	39.5	63.2821	102	77.90505	51	86.13171	110	36.83563	55	3.37532	10.87
34.22972	39.5	108.5863	102	52.36901	51	164.0265	111	49.45152	55.5	12.9626	10.82
39.51939	39.5	129.3763	102	64.27154	51	90.01313	113	53.47252	56.5	1.28385	10.57
48.55015	39.5	113.4998	102	32.44067	51	102.8036	115	53.6776	57.5	3.81148	10.48
57.96088	40	109.704	103	50.04022	51.5	80.17897	115	83.16617	57.5	8.53508	10.47
60.61817	40	62.13478	103	49.27256	51.5	160.8439	116	39.03192	58	2.62499	10.45





### C. Kode Program SIMAN

```
;      Model statements for module: Create 1
71$      CREATE,
1,MinutesToBaseTime(0),Customer:MinutesToBaseTime(GAMM(20.7,
0.87)):NEXT(72$);
72$      ASSIGN:      Customer Arrival.NumberOut=Customer
Arrival.NumberOut + 1:NEXT(6$);
;      Model statements for module: Decide 8
;
6$      BRANCH,      1:
If,
NQ(Servis 1K 1 man.Queue) + NQ(Servis 1K 2
man.Queue) + NQ(Servis 10K 1 man.Queue) + NQ(Servis 10K 2 man.Queue) +
NQ(Servis 20K 1 man.Queue) + NQ(Servis 20K 2 man.Queue) + NQ(Servis 40K 1
man.Queue) + NQ(Servis 40K 2 man.Queue) <= Stall Parkir || Stall Parkir
== 0,
75$,Yes:
Else,76$,Yes;
75$      ASSIGN:      Parking Stall Available?.NumberOut
True=Parking Stall Available?.NumberOut True + 1:NEXT(17$);
76$      ASSIGN:      Parking Stall Available?.NumberOut
False=Parking Stall Available?.NumberOut False + 1:NEXT(7$);
;      Model statements for module: Assign 25
;
17$      ASSIGN:      Utilisasi stall 1 man=ResUtil(Stall Service
1 man) * 100:
Utilisasi stall 2 man=ResUtil(Stall Service
2 man) * 100:
Unit Parkir=
NQ(Servis 1K 1 man.Queue) + NQ(Servis 1K 2
man.Queue) + NQ(Servis 10K 1 man.Queue) + NQ(Servis 10K 2 man.Queue) +
NQ(Servis 20K 1 man.Queue) + NQ(Servis 20K 2 man.Queue) + NQ(Servis 40K 1
man.Queue) + NQ(Servis 40K 2 man.Queue):
Wait Time=TAVG(Customer.WaitTime) *
60:NEXT(20$);
```



```

; Model statements for module: Process 9
;
20$ ASSIGN: Reception.NumberIn=Reception.NumberIn + 1;
106$ STACK, Reception.WIP=Reception.WIP+1;
80$ 1:Save:NEXT(80$);
79$ QUEUE, Reception.Queue;
SEIZE, 2,VA:
Service Advisor,1:NEXT(78$);
78$ DELAY: MinutesToBaseTime(1 + 9 * BETA(1.37,
2.36)),,VA:NEXT(121$);
121$ ASSIGN: Reception.WaitTime=Reception.WaitTime +
Diff.WaitTime;
85$ TALLY: Reception.WaitTimePerEntity,Diff.WaitTime,1;
122$ ASSIGN: Reception.WaitCost=Reception.WaitCost +
Diff.WaitCost;
83$ TALLY: Reception.WaitCostPerEntity,Diff.WaitCost,1;
87$ TALLY:
Reception.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;
88$ TALLY: Reception.TotalCostPerEntity,
Diff.WaitCost + Diff.VACost + Diff.NVACost +
Diff.TranCost + Diff.OtherCost,1;
111$ ASSIGN: Reception.VATime=Reception.VATime +
Diff.VATime;
112$ TALLY: Reception.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;
116$ ASSIGN: Reception.VACost=Reception.VACost +
Diff.VACost;
113$ TALLY: Reception.VACostPerEntity,Diff.VACost,1;
77$ RELEASE: Service Advisor,1;
126$ STACK, 1:Destroy:NEXT(125$);
125$ ASSIGN: Reception.NumberOut=Reception.NumberOut + 1;
Reception.WIP=Reception.WIP-1:NEXT(1$);
; Model statements for module: Decide 1
;
1$ BRANCH, 1:
With,13.3/100,18$,Yes:
With,50.7/100,19$,Yes:
With,23.1/100,24$,Yes:

```



```

With,12.9/100,28$,Yes:
Else,3$,Yes;

; Model statements for module: Dispose 4
;
3$ ASSIGN: End.NumberOut=End.NumberOut + 1;
130$ DISPOSE: Yes;

; Model statements for module: Decide 33
;
18$ BRANCH, 1:
If,STATE(Stall Service 2 man) <>
INACTIVE_RES,131$,Yes:
Else,132$,Yes;
131$ ASSIGN: Cek Stall Servis 1K.NumberOut True=Cek Stall
Servis 1K.NumberOut True + 1:NEXT(10$);

132$ ASSIGN: Cek Stall Servis 1K.NumberOut False=Cek
Stall Servis 1K.NumberOut False + 1:NEXT(0$);

; Model statements for module: Decide 13
;
10$ BRANCH, 1:
If,ResUtil(Stall Service 2 man) < 1 ||
STATE(Stall Service 1 man) == INACTIVE_RES,133$,Yes:
Else,134$,Yes;
133$ ASSIGN: Servis 1K 2 man?.NumberOut True=Servis 1K 2
man?.NumberOut True + 1:NEXT(9$);
134$ ASSIGN: Servis 1K 2 man?.NumberOut False=Servis 1K 2
man?.NumberOut False + 1:NEXT(0$);

; Model statements for module: Process 8
;
9$ ASSIGN: Servis 1K 2 man.NumberIn=Servis 1K 2
man.NumberIn + 1:
Servis 1K 2 man.WIP=Servis 1K 2 man.WIP+1;
164$ STACK, 1:Save:NEXT(138$);
138$ QUEUE, Servis 1K 2 man.Queue;
137$ SEIZE, 2,VA:
Stall Service 2 man,1:
Technician 2 man,2:NEXT(136$);

```



```

136$      DELAY:      MinutesToBaseTime(5 + WEIB(11.3,
1.27)),,VA:NEXT(179$);

179$      ASSIGN:      Servis 1K 2 man.WaitTime=Servis 1K 2
man.WaitTime + Diff.WaitTime;

143$      TALLY:      Servis 1K 2
man.WaitTimePerEntity,Diff.WaitTime,1;

180$      ASSIGN:      Servis 1K 2 man.WaitCost=Servis 1K 2
man.WaitCost + Diff.WaitCost;

141$      TALLY:      Servis 1K 2
man.WaitCostPerEntity,Diff.WaitCost,1;

145$      TALLY:      Servis 1K 2
man.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;

146$      TALLY:      Servis 1K 2 man.TotalCostPerEntity,
Diff.WaitCost + Diff.VACost + Diff.NVACost +
Diff.TranCost + Diff.OtherCost,1;

169$      ASSIGN:      Servis 1K 2 man.VATime=Servis 1K 2
man.VATime + Diff.VATime;

170$      TALLY:      Servis 1K 2
man.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;

174$      ASSIGN:      Servis 1K 2 man.VACost=Servis 1K 2
man.VACost + Diff.VACost;

171$      TALLY:      Servis 1K 2
man.VACostPerEntity,Diff.VACost,1;

135$      RELEASE:      Stall Service 2 man,1:
Technician 2 man,2;

184$      STACK,      1:Destroy:NEXT(183$);

183$      ASSIGN:      Servis 1K 2 man.NumberOut=Servis 1K 2
man.NumberOut + 1:
Servis 1K 2 man.WIP=Servis 1K 2 man.WIP-
1:NEXT(30$);

;      Model statements for module: Decide 104
;

30$      BRANCH,      1:
With,90.7/100,186$,Yes:
Else,187$,Yes;

186$      ASSIGN:      Replace Part 1?.NumberOut True=Replace Part
1?.NumberOut True + 1:NEXT(34$);

```



187\$        ASSIGN:        Replace Part 1?.NumberOut False=Replace Part  
1?.NumberOut False + 1:NEXT(38\$);

;        Model statements for module:    Decide 106

;

34\$        BRANCH,        1:  
             If,Stock Part 1>0,188\$,Yes:  
             Else,189\$,Yes;

188\$        ASSIGN:        Part 1 Available?.NumberOut True=Part 1  
Available?.NumberOut True + 1:NEXT(31\$);

189\$        ASSIGN:        Part 1 Available?.NumberOut False=Part 1  
Available?.NumberOut False + 1:NEXT(35\$);

;        Model statements for module:    Assign 46

;

31\$        ASSIGN:        Stock Part 1=Stock Part 1 - 1:NEXT(38\$);

;        Model statements for module:    Decide 108

;

38\$        BRANCH,        1:  
             With,82.4/100,190\$,Yes:  
             Else,191\$,Yes;

190\$        ASSIGN:        Replace Part 2?.NumberOut True=Replace Part  
2?.NumberOut True + 1:NEXT(40\$);

191\$        ASSIGN:        Replace Part 2?.NumberOut False=Replace Part  
2?.NumberOut False + 1:NEXT(42\$);

;        Model statements for module:    Decide 109

;

40\$        BRANCH,        1:  
             If,Stock Part 2>0,192\$,Yes:  
             Else,193\$,Yes;

192\$        ASSIGN:        Part 2 Available?.NumberOut True=Part 2  
Available?.NumberOut True + 1:NEXT(39\$);

193\$        ASSIGN:        Part 2 Available?.NumberOut False=Part 2  
Available?.NumberOut False + 1:NEXT(41\$);

;        Model statements for module:    Assign 50

;

39\$        ASSIGN:        Stock Part 2=Stock Part 2 - 1:NEXT(42\$);



```

; Model statements for module: Decide 110
;
42$      BRANCH,      1:
           With,40.4/100,194$,Yes:
           Else,195$,Yes;
194$      ASSIGN:      Replace Part 3?.NumberOut True=Replace Part
3?.NumberOut True + 1:NEXT(44$);
195$      ASSIGN:      Replace Part 3?.NumberOut False=Replace Part
3?.NumberOut False + 1:NEXT(46$);
; Model statements for module: Decide 111
;
44$      BRANCH,      1:
           If,Stock Part 3>0,196$,Yes:
           Else,197$,Yes;
196$      ASSIGN:      Part 3 Available?.NumberOut True=Part 3
Available?.NumberOut True + 1:NEXT(43$);
197$      ASSIGN:      Part 3 Available?.NumberOut False=Part 3
Available?.NumberOut False + 1:NEXT(45$);
; Model statements for module: Assign 52
;
43$      ASSIGN:      Stock Part 3=Stock Part 3 - 1:NEXT(46$);
; Model statements for module: Decide 112
;
46$      BRANCH,      1:
           With,15.4/100,198$,Yes:
           Else,199$,Yes;
198$      ASSIGN:      Replace Part 4?.NumberOut True=Replace Part
4?.NumberOut True + 1:NEXT(48$);
199$      ASSIGN:      Replace Part 4?.NumberOut False=Replace Part
4?.NumberOut False + 1:NEXT(50$);
; Model statements for module: Decide 113
;
48$      BRANCH,      1:
           If,Stock Part 4>0,200$,Yes:
           Else,201$,Yes;

```



```

200$      ASSIGN:      Part 4 Available?.NumberOut True=Part 4
Available?.NumberOut True + 1:NEXT(47$);

201$      ASSIGN:      Part 4 Available?.NumberOut False=Part 4
Available?.NumberOut False + 1:NEXT(49$);

;      Model statements for module: Assign 54
;
47$      ASSIGN:      Stock Part 4=Stock Part 4 - 1:NEXT(50$);

;      Model statements for module: Decide 114
;
50$      BRANCH,      1:
                        With,14.8/100,202$,Yes:
                        Else,203$,Yes;
202$      ASSIGN:      Replace Part 5?.NumberOut True=Replace Part
5?.NumberOut True + 1:NEXT(52$);

203$      ASSIGN:      Replace Part 5?.NumberOut False=Replace Part
5?.NumberOut False + 1:NEXT(32$);

;      Model statements for module: Decide 115
;
52$      BRANCH,      1:
                        If,Stock Part 5>0,204$,Yes:
                        Else,205$,Yes;
204$      ASSIGN:      Part 5 Available?.NumberOut True=Part 5
Available?.NumberOut True + 1:NEXT(51$);

205$      ASSIGN:      Part 5 Available?.NumberOut False=Part 5
Available?.NumberOut False + 1:NEXT(53$);

;      Model statements for module: Assign 56
;
51$      ASSIGN:      Stock Part 5=Stock Part 5 - 1:NEXT(32$);

;      Model statements for module: Process 18
;
29$      ASSIGN:
Administration.NumberIn=Administration.NumberIn + 1:
Administration.WIP=Administration.WIP+1;
255$      STACK,      1:Save:NEXT(229$);

```



```

229$      QUEUE,      Administration.Queue;
228$      SEIZE,      2,VA:
                        Admin staff,1:NEXT(227$);

227$      DELAY:      MinutesToBaseTime(1 +
EXPO(4.79)),,VA:NEXT(270$);

270$      ASSIGN:
Administration.WaitTime=Administration.WaitTime + Diff.WaitTime;
234$      TALLY:
Administration.WaitTimePerEntity,Diff.WaitTime,1;
271$      ASSIGN:
Administration.WaitCost=Administration.WaitCost + Diff.WaitCost;
232$      TALLY:
Administration.WaitCostPerEntity,Diff.WaitCost,1;
236$      TALLY:
Administration.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;
237$      TALLY:      Administration.TotalCostPerEntity,
                        Diff.WaitCost + Diff.VACost + Diff.NVACost +
                        Diff.TranCost + Diff.OtherCost,1;
260$      ASSIGN:      Administration.VATime=Administration.VATime
+ Diff.VATime;
261$      TALLY:
Administration.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;
265$      ASSIGN:      Administration.VACost=Administration.VACost
+ Diff.VACost;
262$      TALLY:
Administration.VACostPerEntity,Diff.VACost,1;
226$      RELEASE:      Admin staff,1;
275$      STACK,      1:Destroy:NEXT(274$);

274$      ASSIGN:
Administration.NumberOut=Administration.NumberOut + 1:
                        Administration.WIP=Administration.WIP-
1:NEXT(5$);

;      Model statements for module:  Dispose 7
;
5$      ASSIGN:      Finish Service.NumberOut=Finish
Service.NumberOut + 1;
277$      DISPOSE:      Yes;

;      Model statements for module:  Assign 65

```



; 69\$ ASSIGN: Unsupplied Part 10=Unsupplied Part 10 +  
1:NEXT(29\$);

; Model statements for module: Assign 63  
;

65\$ ASSIGN: Unsupplied Part 9=Unsupplied Part 9 +  
1:NEXT(66\$);

; Model statements for module: Assign 61  
;

61\$ ASSIGN: Unsupplied Part 8=Unsupplied Part 8 +  
1:NEXT(62\$);

; Model statements for module: Assign 59  
;

57\$ ASSIGN: Unsupplied Part 7=Unsupplied Part 7 +  
1:NEXT(58\$);

; Model statements for module: Assign 49  
;

37\$ ASSIGN: Unsupplied Part 6=Unsupplied Part 6 +  
1:NEXT(54\$);

; Model statements for module: Assign 57  
;

53\$ ASSIGN: Unsupplied Part 5=Unsupplied Part 5 +  
1:NEXT(32\$);

; Model statements for module: Assign 55  
;

49\$ ASSIGN: Unsupplied Part 4=Unsupplied Part 4 +  
1:NEXT(50\$);

; Model statements for module: Assign 53  
;

45\$ ASSIGN: Unsupplied Part 3=Unsupplied Part 3 +  
1:NEXT(46\$);

; Model statements for module: Assign 51  
;

41\$ ASSIGN: Unsupplied Part 2=Unsupplied Part 2 +  
1:NEXT(42\$);



```

;      Model statements for module:  Assign 48
;
35$      ASSIGN:      Unsupplied Part 1=Unsupplied Part 1 +
1:NEXT(38$);

;      Model statements for module:  Process 2
;
0$      ASSIGN:      Servis 1K 1 man.NumberIn=Servis 1K 1
man.NumberIn + 1;

307$     STACK,      Servis 1K 1 man.WIP=Servis 1K 1 man.WIP+1;
1:Save:NEXT(281$);

281$     QUEUE,      Servis 1K 1 man.Queue;
280$     SEIZE,      2,VA:
Stall Service 1 man,1:
Technician 1 man,1:NEXT(279$);

279$     DELAY:      MinutesToBaseTime(9.5 + WEIB(23.9,
1.44)),,VA:NEXT(322$);

322$     ASSIGN:      Servis 1K 1 man.WaitTime=Servis 1K 1
man.WaitTime + Diff.WaitTime;

286$     TALLY:      Servis 1K 1
man.WaitTimePerEntity,Diff.WaitTime,1;

323$     ASSIGN:      Servis 1K 1 man.WaitCost=Servis 1K 1
man.WaitCost + Diff.WaitCost;

284$     TALLY:      Servis 1K 1
man.WaitCostPerEntity,Diff.WaitCost,1;

288$     TALLY:      Servis 1K 1
man.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;

289$     TALLY:      Servis 1K 1 man.TotalCostPerEntity,
Diff.WaitCost + Diff.VACost + Diff.NVACost +
Diff.TranCost + Diff.OtherCost,1;

312$     ASSIGN:      Servis 1K 1 man.VATime=Servis 1K 1
man.VATime + Diff.VATime;

313$     TALLY:      Servis 1K 1
man.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;

317$     ASSIGN:      Servis 1K 1 man.VACost=Servis 1K 1
man.VACost + Diff.VACost;

314$     TALLY:      Servis 1K 1
man.VACostPerEntity,Diff.VACost,1;

278$     RELEASE:      Stall Service 1 man,1:

```



```

327$      STACK,      Technician 1 man,1;
                        1:Destroy:NEXT(326$);

326$      ASSIGN:      Servis 1K 1 man.NumberOut=Servis 1K 1
man.NumberOut + 1:
                        Servis 1K 1 man.WIP=Servis 1K 1 man.WIP-
1:NEXT(30$);

;      Model statements for module: Decide 34
;

19$      BRANCH,      1:
                        If,STATE(Stall Service 2 man) <>
INACTIVE_RES,329$,Yes:
                        Else,330$,Yes;

329$      ASSIGN:      Cek Stall Servis 10K.NumberOut True=Cek
Stall Servis 10K.NumberOut True + 1:NEXT(11$);

330$      ASSIGN:      Cek Stall Servis 10K.NumberOut False=Cek
Stall Servis 10K.NumberOut False + 1:NEXT(2$);

;      Model statements for module: Decide 14
;

11$      BRANCH,      1:
                        If,ResUtil(Stall Service 2 man) < 1 ||
STATE(Stall Service 1 man) == INACTIVE_RES,331$,Yes:
                        Else,332$,Yes;

331$      ASSIGN:      Servis 10K 2 man?.NumberOut True=Servis 10K
2 man?.NumberOut True + 1:NEXT(8$);

332$      ASSIGN:      Servis 10K 2 man?.NumberOut False=Servis 10K
2 man?.NumberOut False + 1:NEXT(2$);

;      Model statements for module: Process 6
;

8$      ASSIGN:      Servis 10K 2 man.NumberIn=Servis 10K 2
man.NumberIn + 1:
                        Servis 10K 2 man.WIP=Servis 10K 2 man.WIP+1;

362$      STACK,      1:Save:NEXT(336$);

336$      QUEUE,      Servis 10K 2 man.Queue;

335$      SEIZE,      2,VA:
Stall Service 2 man,1:
Technician 2 man,2:NEXT(334$);

```



```

334$      DELAY:      MinutesToBaseTime(30 + 31 * BETA(0.666,
1.01)),,VA:NEXT(377$);

377$      ASSIGN:      Servis 10K 2 man.WaitTime=Servis 10K 2
man.WaitTime + Diff.WaitTime;

341$      TALLY:      Servis 10K 2
man.WaitTimePerEntity,Diff.WaitTime,1;

378$      ASSIGN:      Servis 10K 2 man.WaitCost=Servis 10K 2
man.WaitCost + Diff.WaitCost;

339$      TALLY:      Servis 10K 2
man.WaitCostPerEntity,Diff.WaitCost,1;

343$      TALLY:      Servis 10K 2
man.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;

344$      TALLY:      Servis 10K 2 man.TotalCostPerEntity,
Diff.WaitCost + Diff.VACost + Diff.NVACost +
Diff.TranCost + Diff.OtherCost,1;

367$      ASSIGN:      Servis 10K 2 man.VATime=Servis 10K 2
man.VATime + Diff.VATime;

368$      TALLY:      Servis 10K 2
man.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;

372$      ASSIGN:      Servis 10K 2 man.VACost=Servis 10K 2
man.VACost + Diff.VACost;

369$      TALLY:      Servis 10K 2
man.VACostPerEntity,Diff.VACost,1;

333$      RELEASE:      Stall Service 2 man,1:
Technician 2 man,2;

382$      STACK,      1:Destroy:NEXT(381$);

381$      ASSIGN:      Servis 10K 2 man.NumberOut=Servis 10K 2
man.NumberOut + 1:
Servis 10K 2 man.WIP=Servis 10K 2 man.WIP-
1:NEXT(30$);

;

;

;      Model statements for module: Process 3

2$      ASSIGN:      Servis 10K 1 man.NumberIn=Servis 10K 1
man.NumberIn + 1:
Servis 10K 1 man.WIP=Servis 10K 1 man.WIP+1;

413$      STACK,      1:Save:NEXT(387$);

```



```

387$      QUEUE,      Servis 10K 1 man.Queue;
386$      SEIZE,      2,VA:
Stall Service 1 man,1:
Technician 1 man,1:NEXT(385$);

385$      DELAY:      MinutesToBaseTime(59.5 + 63 * BETA(0.839,
1.27)),,VA:NEXT(428$);

428$      ASSIGN:      Servis 10K 1 man.WaitTime=Servis 10K 1
man.WaitTime + Diff.WaitTime;
392$      TALLY:      Servis 10K 1
man.WaitTimePerEntity,Diff.WaitTime,1;
429$      ASSIGN:      Servis 10K 1 man.WaitCost=Servis 10K 1
man.WaitCost + Diff.WaitCost;
390$      TALLY:      Servis 10K 1
man.WaitCostPerEntity,Diff.WaitCost,1;
394$      TALLY:      Servis 10K 1
man.TotalTimePerEntity,Diff.StartTime,1;
395$      TALLY:      Servis 10K 1 man.TotalCostPerEntity,
Diff.WaitCost + Diff.VACost + Diff.NVACost +
Diff.TranCost + Diff.OtherCost,1;
418$      ASSIGN:      Servis 10K 1 man.VATime=Servis 10K 1
man.VATime + Diff.VATime;
419$      TALLY:      Servis 10K 1
man.VATimePerEntity,Diff.VATime,1;
423$      ASSIGN:      Servis 10K 1 man.VACost=Servis 10K 1
man.VACost + Diff.VACost;
420$      TALLY:      Servis 10K 1
man.VACostPerEntity,Diff.VACost,1;
384$      RELEASE:      Stall Service 1 man,1:
Technician 1 man,1;
433$      STACK,      1:Destroy:NEXT(432$);

432$      ASSIGN:      Servis 10K 1 man.NumberOut=Servis 10K 1
man.NumberOut + 1:
Servis 10K 1 man.WIP=Servis 10K 1 man.WIP-
1:NEXT(30$);

;      Model statements for module: Dispose 8
;

```



```

7$      ASSIGN:      Cancel Service.NumberOut=Cancel
Service.NumberOut + 1;
647$    DISPOSE:      Yes;

;      Model statements for module:  Create 2
;

648$    CREATE,
1,MinutesToBaseTime(419),UpdateVar:MinutesToBaseTime(420):NEXT(649$);

649$    ASSIGN:      Daily Variable Update.NumberOut=Daily
Variable Update.NumberOut + 1:NEXT(4$);

;      Model statements for module:  Assign 3
;

4$      ASSIGN:      Loss Stall=Cancel Service.NumberOut * 852:
Loss Part=
(Unsupplied Part 1 * 260 ) + (Unsupplied
Part 2 * 35) + (Unsupplied Part 3 * 86) + (Unsupplied Part 4 * 130) +
(Unsupplied Part 5 * 67) + (Unsupplied Part 6 * 275) + (Unsupplied Part 7
* 49.5) + (Unsupplied Part 8 * 425) + (Unsupplied Part 9 * 31.9) +
(Unsupplied Part 10 * 571):
Cost Part=
Cost Part + (((Stock Part 1 * 260 ) + (Stock
Part 2 * 35) + (Stock Part 3 * 86) + (Stock Part 4 * 130) + (Stock Part 5
* 67) + (Stock Part 6 * 275) + (Stock Part 7 * 49.5) + (Stock Part 8 *
425) + (Stock Part 9 * 31.9) + (Stock Part 10 * 571)) * 0.0003) +
(((Initial Part 1 - Stock Part 1) * 182 ) + ((Initial Part 2 - Stock Part
2) * 24.5) + ((Initial Part 3 - Stock Part 3) * 60.2) + ((Initial Part 4
- Stock Part 4) * 91) + ((Initial Part 5 - Stock Part 5) * 46.9) +
((Initial Part 6 - Stock Part 6) * 192.5) + ((Initial Part 7 - Stock Part
7) * 34.7) + ((Initial Part 8 - Stock Part 8) * 297.5) + ((Initial Part 9
- Stock Part 9) * 22.3) + ((Initial Part 10 - Stock Part 10) * 399.7)):
Cost Stall=Cost Stall + (16.7 * (Stall
Parkir + MR(Stall Service 1 man) + MR(Stall Service 2 man))):
Cost Manpower=
Cost Manpower + (147 * (MR(Technician 1 man)
+ MR(Technician 2 man) + MR(Service Advisor) + MR(Admin Staff))):
Loss Total=Loss Stall + Loss Part:
Cost Total=Cost Stall + Cost Manpower + Cost
Part:
Revenue Jasa=

```



```

(180.4 * (Servis 1K 1 man.NumberOut +
Servis 1K 2 man.NumberOut)) + (414.9 * (Servis 10K 1 man.NumberOut +
Servis 10K 2 man.NumberOut)) + (451 * (Servis 20K 1 man.NumberOut +
Servis 20K 2 man.NumberOut)) + (541.2 * (Servis 40K 1 man.NumberOut +
Servis 40K 2 man.NumberOut)):
Revenue Part=
Revenue Part + ((Initial Part 1 - Stock Part
1) * 260 ) + ((Initial Part 2 - Stock Part 2) * 35) + ((Initial Part 3 -
Stock Part 3) * 86) + ((Initial Part 4 - Stock Part 4) * 130) + ((Initial
Part 5 - Stock Part 5) * 67) + ((Initial Part 6 - Stock Part 6) * 275) +
((Initial Part 7 - Stock Part 7) * 49.5) + ((Initial Part 8 - Stock Part
8) * 425) + ((Initial Part 9 - Stock Part 9) * 31.9) + ((Initial Part 10
- Stock Part 10) * 571):
Revenue Total=Revenue Jasa + Revenue Part:
Profit=Revenue Total - Cost Total - Loss
Total:NEXT(70$);

; Model statements for module: ReadWrite 7
;
70$ WRITE, Output,RECORDSET(Output Variable):
Run,
Customer Arrival.NumberOut,
Revenue Total,
Cost Total,
Loss Total,
Profit:NEXT(12$);

; Model statements for module: Dispose 9
;
12$ ASSIGN: Finish Variable Update.NumberOut=Finish
Variable Update.NumberOut + 1;
652$ DISPOSE: Yes;

; Model statements for module: Create 3
;
653$ CREATE,
1,MinutesToBaseTime(0),UpdateStk:MinutesToBaseTime(420):NEXT(654$);
654$ ASSIGN: Daily Stock Replenishment.NumberOut=Daily
Stock Replenishment.NumberOut + 1:NEXT(14$);

```



```

; Model statements for module: Assign 24
;
14$ ASSIGN: Stock Part 1=Stock Part 1 + (Initial Part 1
- Stock Part 1):
Stock Part 2=Stock Part 2 + (Initial Part 2
- Stock Part 2):
Stock Part 3=Stock Part 3 + (Initial Part 3
- Stock Part 3):
Stock Part 4=Stock Part 4 + (Initial Part 4
- Stock Part 4):
Stock Part 5=Stock Part 5 + (Initial Part 5
- Stock Part 5):
Stock Part 6=Stock Part 6 + (Initial Part 6
- Stock Part 6):
Stock Part 7=Stock Part 7 + (Initial Part 7
- Stock Part 7):
Stock Part 8=Stock Part 8 + (Initial Part 8
- Stock Part 8):
Stock Part 9=Stock Part 9 + (Initial Part 9
- Stock Part 9):
Stock Part 10=Stock Part 10 + (Initial Part
10 - Stock Part 10):NEXT(13$);

; Model statements for module: Dispose 10
;
13$ ASSIGN: Finish Stock Replenishment.NumberOut=Finish
Stock Replenishment.NumberOut + 1;
657$ DISPOSE: Yes;

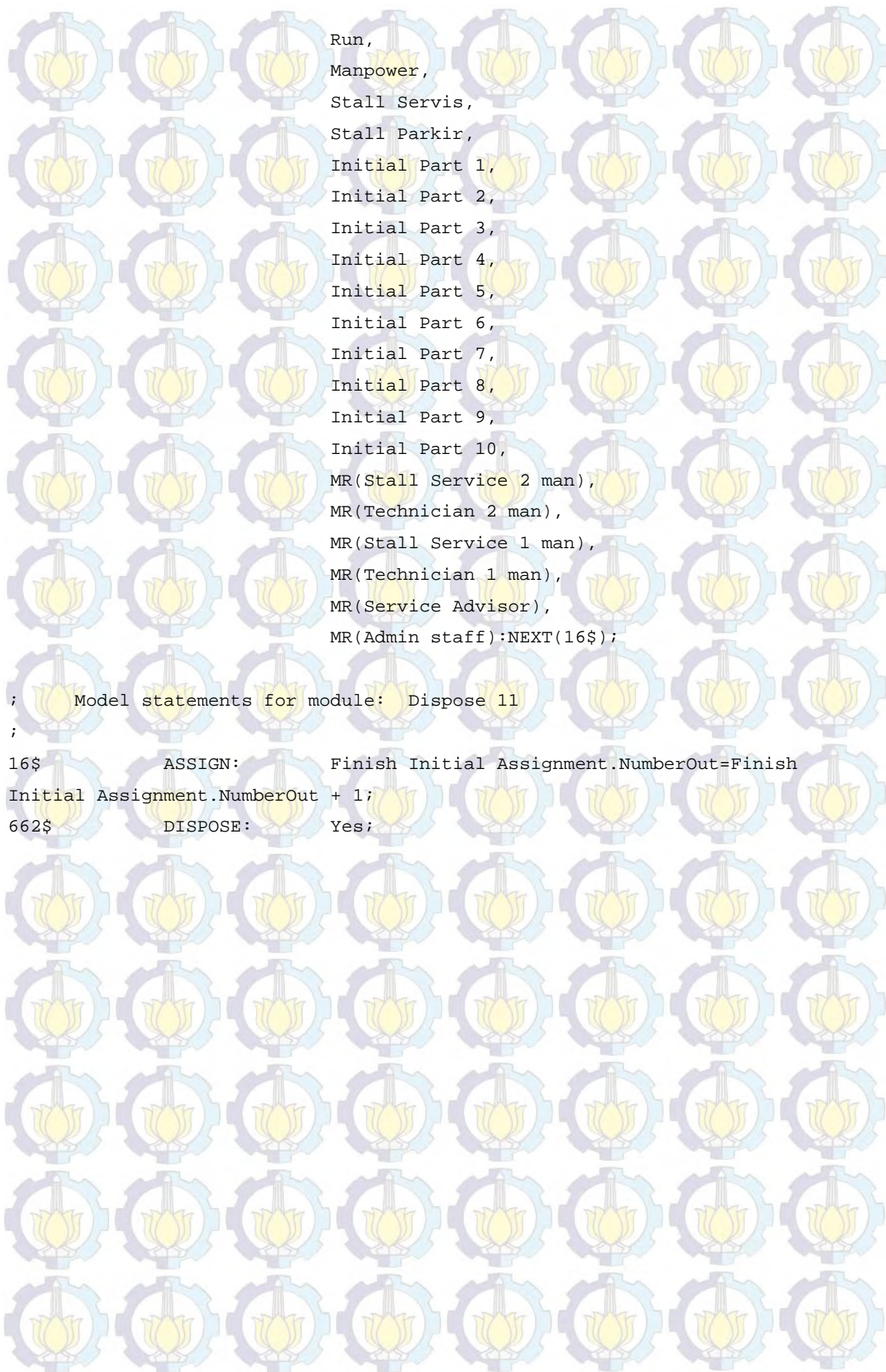
; Model statements for module: Create 4
;
658$ CREATE,
1,DaysToBaseTime(0),InitialVar:DaysToBaseTime(100),1:NEXT(659$);

659$ ASSIGN: Initial Assignment.NumberOut=Initial
Assignment.NumberOut + 1:NEXT(15$);

; Model statements for module: ReadWrite 3
;
15$ READ, Variable,RECORDSET(Initial Variable):

```





```
Run,  
Manpower,  
Stall Servis,  
Stall Parkir,  
Initial Part 1,  
Initial Part 2,  
Initial Part 3,  
Initial Part 4,  
Initial Part 5,  
Initial Part 6,  
Initial Part 7,  
Initial Part 8,  
Initial Part 9,  
Initial Part 10,  
MR(Stall Service 2 man),  
MR(Technician 2 man),  
MR(Stall Service 1 man),  
MR(Technician 1 man),  
MR(Service Advisor),  
MR(Admin staff):NEXT(16$);  
;  
Model statements for module: Dispose 11  
;  
16$ ASSIGN: Finish Initial Assignment.NumberOut=Finish  
Initial Assignment.NumberOut + 1;  
662$ DISPOSE: Yes;
```



## DAFTAR PUSTAKA

Asep, (2008), "*Pemilihan Kebijakan Sistem Penggantian Spare Part pada Perusahaan Consumer Good*", Tesis, MMT ITS, Surabaya.

Badan Pusat Statistik, (2014), *Berita Resmi Statistik: Pertumbuhan Ekonomi Indonesia*, No. 16/02/Th. XVII, BPS, Jakarta.

Bestard, Joaquin, (2012), "*Factorial Experiment Design to Analyze Fuel Consumption of a Vehicle*", Jurnal, Department of Mathematics Liberal Arts and Sciences Miami Dade College, USA.

Chase, Richard dan Jacobs, Robert, (2006), *Operation Management for Competitive Advantage*, McGraw Hill, USA.

Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia, (2014), *Domestic Auto Market Jan-Des 2013*, Gaikindo, Jakarta.

Iriawan, Astuti, (2006), *Mengolah Data Statistik dengan Minitab 14*, Andi Offset, Yogyakarta.

Kelton, Sadowski, (2007), *Simulation with Arena*, McGraw Hill, USA.

Law, Averill, (2000), *Simulation Modeling and Analysis*, McGraw Hill, USA.

Montgomery, Douglas, (2013), *Design and Analysis of Experiment*, John Wiley & Sons, USA.

Satya, Bonnet, (2007), *Simulasi: Teori dan Aplikasinya*, Andi Offset, Yogyakarta.

Sidehabi, Sitti, (2006), "*Analisa Sistem Produksi untuk Meningkatkan Output Produksi melalui Penambahan Fasilitas Produksi*", Tesis, MMT ITS, Surabaya.

Spliid, Henrik, (2002), *Design and Analysis af Experiments with k Factors Having p Levels*, Technical University of Denmark, Denmark.







## BIOGRAFI PENULIS



Ahmad Azkia Romas lahir di Kota Denpasar, Bali pada tanggal 20 Maret 1978. Penulis menempuh pendidikan sarjana S1 Teknik Elektro di Institut Teknologi Bandung pada tahun 1996. Saat ini penulis bekerja di PT. Astra International Tbk – Toyota Sales Operation. Di sela-sela kesibukannya, penulis menyempatkan diri melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Program Studi Magister Manajemen Teknologi Bidang Keahlian Manajemen Industri pada tahun 2012. Semangat untuk menimba ilmu tidak pernah padam pada diri penulis demi memberi teladan yang baik untuk kedua putra-putrinya.



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta <i>Dealer</i> Toyota di Surabaya .....	1
Gambar 2.1	Metodologi Simulasi .....	8
Gambar 2.2	<i>User Interface</i> Arena .....	13
Gambar 2.3	Modul <i>Create</i> .....	14
Gambar 2.4	Modul <i>Decide</i> .....	14
Gambar 2.5	Modul <i>Process</i> .....	15
Gambar 2.6	Modul <i>Assign</i> .....	15
Gambar 2.7	Modul <i>File</i> .....	16
Gambar 3.1	Rancangan Penelitian .....	19
Gambar 3.2	Model Konseptual .....	22
Gambar 5.1	Modul <i>Reception</i> .....	35
Gambar 5.2	Modul Servis .....	35
Gambar 5.3	Modul <i>Part</i> .....	36
Gambar 5.4	Modul <i>Finish Service</i> .....	37
Gambar 5.5	Total Model Simulasi .....	38
Gambar 5.6	Tampilan <i>Error Checking</i> Perangkat Lunak Simulasi .....	39
Gambar 5.7	Tampilan <i>Output</i> Perangkat Lunak Simulasi .....	41
Gambar 5.8	Histogram Sampel <i>Output</i> .....	44
Gambar 5.9	Pengaruh Variabel <i>Manpower</i> .....	45
Gambar 5.10	Pengaruh Variabel <i>Stall</i> Servis .....	45
Gambar 5.11	Pengaruh Variabel <i>Stall</i> Parkir .....	46









## OPTIMASI SUMBER DAYA LAYANAN *SERVICE* UNTUK MEMAKSIMALKAN *PROFIT* DI AUTO2000 SUNGKONO DENGAN METODE SIMULASI

Ahmad Azkia<sup>1)</sup> dan Abdullah Shahab<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Jl. Cokroaminoto 12A, Surabaya, 60264, Indonesia  
e-mail: a22k11@gmail.com

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### ABSTRAK

Salah satu penopang bisnis otomotif di Auto2000 Sungkono adalah layanan purna jual yaitu *service* dan *spare part*. Layanan ini selain berperan sebagai pendukung penjualan unit baru, juga diharapkan sebagai penyumbang *profit* bagi perusahaan. Di tengah penurunan *profit* dari penjualan unit baru di tahun 2014 sebesar 42%, layanan *service* mampu mencatat pertumbuhan sebesar 6%. Oleh karena itu pengelolaan sumberdaya layanan *service*, seperti *manpower*, *stall*, dan stok suku cadang menjadi sangat penting dalam meningkatkan revenue sekaligus menekan biaya perusahaan. Tantangannya adalah bagaimana menentukan komposisi sumber daya yang optimal. Sumber daya yang terlalu kecil berpotensi menimbulkan *loss* dan ketidakpuasan pelanggan, sebaliknya sumberdaya yang berlebih akan menaikkan *cost* perusahaan.

Penelitian ini ditujukan untuk menciptakan model sistem layanan *service* dan *part* yang akan digunakan untuk menganalisis dan menentukan komposisi sumberdaya yang optimal: *manpower*, *stall* dan suku cadang dengan tujuan memaksimalkan *profit* perusahaan. Pemodelan sistem menggunakan metode simulasi dengan bantuan suatu perangkat lunak dan pengambilan kesimpulan berdasarkan analisis statistik terhadap hasil simulasi yang diperoleh.

Hasil simulasi menunjukkan pengaruh signifikan dari semua variabel dan keuntungan maksimal per hari yang bisa dicapai pada skenario tertentu.

**Kata kunci:** *bisnis otomotif, layanan service dan part, simulasi*

### PENDAHULUAN

Bisnis otomotif merupakan salah satu aktivitas ekonomi yang memainkan peran signifikan dalam perekonomian, bahkan perkembangannya dijadikan salah satu indikator perekonomian. Pada tahun 2013, Sektor Pengangkutan dan Komunikasi menyumbang PDB sejumlah Rp. 636,9 triliun dengan laju pertumbuhan tertinggi yaitu sebesar 10,19% (BPS, 2014). Pada tahun yang sama tercatat sejumlah 1.229.901 unit kendaraan baru roda empat terjual oleh lebih dari seribu *dealer* resmi maupun importir umum (Gaikindo, 2014).

Suatu *dealer* resmi (*authorized dealer*) suatu merek kendaraan roda empat pada umumnya memiliki dua layanan utama yaitu penjualan unit baru (merek tertentu) dan layanan purna jual (*service* dan suku cadang). PT. Astra International – Toyota (Auto2000) cabang Sungkono merupakan salah satu dari 10 *dealer* resmi kendaraan roda empat merek Toyota di wilayah Kota Surabaya yang memiliki produk layanan seperti tersebut di atas. Ditinjau dari segi profitabilitas, penjualan unit baru umumnya masih menjadi penyumbang terbesar *profit* bagi perusahaan. *Gross Profit* pada tahun 2013 mencapai Rp. 55,691,566 dengan 81,2% berasal dari penjualan unit baru. Namun pada tahun 2014, angka ini turun sebesar 33%





menjadi Rp. 37,290,326. Penurunan ini akibat dari penjualan unit baru yang turun 42%. Sementara di sisi lain *Gross Profit* dari *Service* dan *Part* justru menunjukkan tren bertumbuh sebesar 6%. Kondisi ini yang membuat layanan *Service* dan *Part* sangat diandalkan untuk mendukung *profitabilitas* perusahaan.

Pendapatan layanan *Service* dan *Part* utamanya diperoleh dari penjualan jasa dan suku cadang. Produk layanan utama pada suatu bengkel resmi adalah Servis Berkala (setiap kelipatan 10.000 km) yang pada tahun 2013 menyumbang 54,5% dari unit yang masuk ke bengkel. Selain Servis Berkala juga terdapat layanan General Repair untuk perbaikan terhadap kerusakan tertentu sesuai kebutuhan pelanggan.

Selain itu terdapat komponen biaya operasional yang memiliki pengaruh signifikan terhadap *profitabilitas* perusahaan. Tiga komponen biaya operasional terbesar adalah dari *Employee Compensation*, Bunga R/C dan *Rent Expense*. *Employee Compensation* mencakup gaji dan tunjangan untuk karyawan. Biaya Bunga R/C timbul akibat inventori yang ada pada perusahaan. Sementara *Rent Expense* merupakan biaya sewa perusahaan atas aset tertentu, termasuk di dalamnya adalah lahan untuk *showroom* dan *stall* bengkel.

Dengan mempertimbangkan ketiga komponen biaya terbesar ini maka dalam perencanaan layanan *service* dan *part*, faktor jumlah *manpower*, inventori suku cadang dan jumlah *stall* memiliki pengaruh signifikan pada *profitabilitas* perusahaan. Di satu sisi jumlah *manpower*, *stall* dan suku cadang yang besar akan menimbulkan *cost* yang tinggi. Namun di sisi lain, jumlah ketiganya yang terlalu sedikit akan menimbulkan *loss sales* akibat pelanggan yang kecewa tidak dapat dilayani dan memilih alternatif bengkel lainnya. Pada akhirnya baik *cost* maupun *loss* ini sama-sama akan menimbulkan kerugian pada perusahaan.

Berdasarkan problem tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk bisa menjadi acuan dalam perencanaan sumber daya perusahaan khususnya pada layanan servis agar seluruh biaya baik dari *cost* maupun *loss* dapat diminimalisasi seoptimal mungkin sehingga *profit* dapat dimaksimalkan.

Penelitian ini dijalankan dengan metode simulasi dengan bantuan perangkat lunak khusus simulasi. Metode yang serupa juga digunakan oleh beberapa peneliti sebelumnya baik dalam hal analisis sistem produksi (Sidehaby, 2006) maupun sistem penggantian suku cadang (Asep, 2008). Teknik simulasi dikenal lebih sesuai untuk situasi dimana teknik optimasi sulit atau tidak mungkin diterapkan. Beberapa hal lain yang biasa diteliti dengan metode simulasi adalah problem antrian yang kompleks, inventori, *layout* fasilitas serta *maintenance* (Chase et al, 2006). Adapun untuk analisis hasil dan pengambilan kesimpulan, penulis menggunakan metode statistik.

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah untuk menciptakan model simulasi sistem layanan *service* dan *part* (bengkel dan suku cadang) di AUTO2000 Sungkono. Selanjutnya model simulasi tersebut akan digunakan untuk dapat menentukan komposisi sumberdaya *manpower*, *stall* dan stok suku cadang yang optimal untuk memaksimalkan *profit*.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode simulasi dengan pertimbangan variabel atau faktor yang bersifat probabilistik dan kompleksitas algoritma pada sistem nyata. Oleh karena itu proses pengumpulan data, formulasi dan validasi model menjadi kunci akurasi model yang akan disimulasikan.





### Tahap Identifikasi Masalah

Permasalahan yang terjadi adalah bagaimana menentukan komposisi sumber daya *manpower*, *stall* dan persediaan suku cadang (*part*) yang paling optimal untuk memaksimalkan *profit* pada perusahaan.

Biaya yang timbul dalam hal ini ada dua jenis: *Cost* dan *Loss*. *Cost* adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pemakaian sumberdaya baik *manpower*, *stall* maupun persediaan suku cadang (*part*). *Loss* adalah kerugian potensial akibat tidak terlayannya pelanggan karena ketidaktersediaan *manpower*, *stall* ataupun suku cadang.

*Profit* diperoleh dari revenue jasa servis dan penjualan suku cadang dikurangi biaya yang dalam hal ini merupakan total *cost* dan *loss*.

### Tahap Penetapan Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan memperoleh komposisi optimal jumlah sumber daya *manpower*, *stall* dan persediaan suku cadang (*part*) untuk memaksimalkan *profit* perusahaan.

### Tahap Studi Pustaka

Materi yang dikaji dalam studi pustaka ini meliputi *Simulation Modelling & Analysis*, *Simulation Software*, *Design & Analysis of Experiment*, serta *Statistic Analysis*.

### Tahap Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah periode Oktober – Desember 2013 yang meliputi:

- Alur proses layanan *service* dan suku cadang.
- Jumlah unit entry bengkel, dikelompokkan berdasarkan tipe dan jenis pekerjaan *service* (1.000 km, 10.000 km, 20.000 km, dan seterusnya)
- Waktu kedatangan pelanggan.
- Waktu proses servis dengan dua tipe operasi: *1 man* dan *2 man operation*.
- Penjualan suku cadang. Suku cadang dipilih 10 *item* untuk Servis Berkala.
- Harga jasa servis
- Biaya *manpower* yang meliputi gaji pokok beserta tunjangannya.
- Biaya *stall* (dalam hal ini sewa *stall* sesuai ketentuan perusahaan)
- Biaya suku cadang yang meliputi harga suku cadang dan biaya inventornya (dalam hal ini *opportunity cost of capital*).

### Initial Value Variable

Tabel 1. *Initial Value Variable Manpower, Stall Servis dan Stall Parkir*

Variabel	Standar produktivitas (UE/hari)	Unit entry (UE)/hari	Initial Value		
			Max	Med	Min
<i>Manpower</i>	-	-	14	12	11
- Teknisi	3	29.4	12	10	9
- Reception & Administrasi	2	29.4	2	2	2
<i>Stall Servis</i>	3.5	29.4	9	8	7
<i>Stall Parkir</i>	-	-	5	4	3

Tabel 2. *Initial Value Variable Part*

ID	Deskripsi	Monthly Average Demand	Daily Demand	Min Safety Stock (days)	Max Safety Stock (days)	Initial Value (Min)	Initial Value (Max)
Part1	ENGINE OIL	298	11.9	2	5	24	60
Part2	OIL FILTER	271	10.8	2	5	22	55

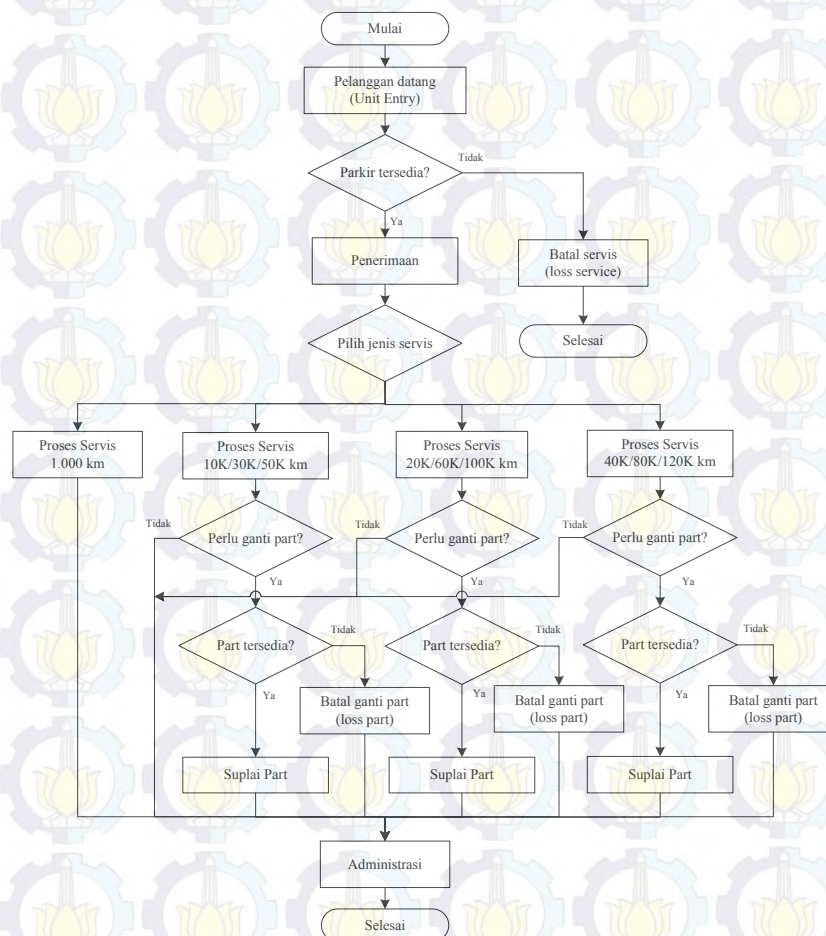




Part3	SPARK PLUG	163	5.3	2	5	11	27
Part4	ELEMENT S/A, AIR CLEANER	51	2.0	2	5	5	11
Part5	BRAKE FLUID	49	2.0	2	5	4	10
Part6	GEAR OIL	48	1.9	2	5	4	10
Part7	POWER STEERING FLUID	42	1.7	2	5	4	9
Part8	PAD KIT, DISC BRAKE	22	0.9	2	5	2	5
Part9	SUPER LL COOLANT	22	0.9	2	5	2	5
Part10	BATTERY	21	0.8	2	5	2	5

### Tahap Formulasi Model

Pada tahap ini, sistem nyata diidentifikasi, dibuatkan model konseptualnya, kemudian diimplementasikan dalam model simulasi.



Gambar 1. Model Konseptual

Dalam implementasi pada perangkat lunak simulasi, beberapa komponen yang digunakan adalah sebagai berikut:

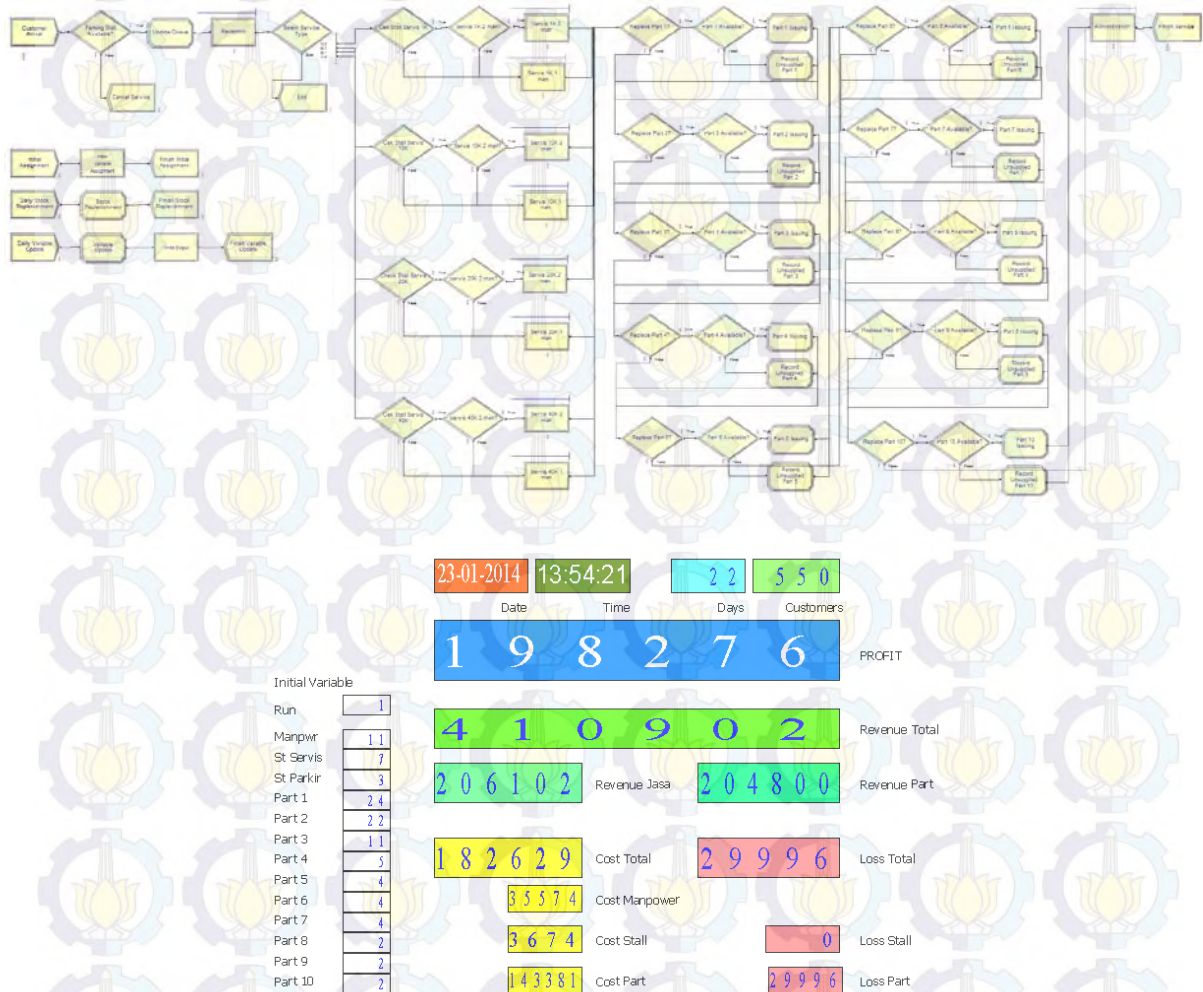
- Entity*: Customer unit entry, Update variabel
- Resource*: Manpower, Stall servis
- Variable*: initial stock part, jumlah stall parkir, jumlah stall servis, jumlah manpower
- Decide Modul*: pengecekan ketersediaan stall parkir, pemilihan jenis servis, pengecekan ketersediaan stall servis, pengecekan penggantian suku cadang
- Process module*: proses penerimaan, proses servis, proses administrasi.





Selanjutnya dilakukan uji distribusi data untuk menentukan distribusi yang sesuai dengan data pada sistem nyata. Untuk keperluan tersebut digunakan program statistik pada perangkat lunak simulasi yang dapat memberikan alternatif distribusi data yang paling mendekati data *input*. Adapun data yang dibutuhkan untuk model simulasi sebagai berikut:

- Time Between Arrival (TBA) Customer Unit entry*
- Process time Penerimaan & Diagnosis*
- Process time Administrasi*



Gambar 2. Implementasi model di perangkat lunak

### Tahap Validasi Model

Validasi model ini mencakup validasi program dan perbandingan dengan sistem nyata. Untuk validasi program, perangkat lunak simulasi menyediakan fasilitas error checking yang membantu memastikan kode, logika serta *input-output* program tidak ada kesalahan.

Adapun validasi dengan perbandingan terhadap sistem nyata dilakukan secara parsial mengingat data aktual khususnya data finansial yang cukup kompleks. Validasi ini dilakukan dengan uji perbandingan rata-rata *2 sample t-test* antara data parameter tiap proses model simulasi dengan data pada sistem nyata. Ketentuan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$  (data model simulasi sesuai dengan sistem nyata)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (data model simulasi tidak sesuai dengan sistem nyata)

Hipotesis awal  $H_0$  akan ditolak *p-value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ).





### Tahap Mendesain Eksperimen

Eksperimen dijalankan dengan skema hasil pengolahan dengan perangkat lunak statistik. Faktor Stal servis (A), Stal parkir (B) dan *Manpower* (C) ditentukan dengan 3 *level* (direpresentasikan dengan angka 1, 2, dan 3), sementara faktor 10 *item* stok (D hingga M) ditentukan dengan 2 *level* (direpresentasikan dengan angka 1 dan 2). Jadi total eksperimen yang dibutuhkan adalah sebanyak 27648 kali.

### Tahap Menjalankan Simulasi

Model dijalankan dengan perangkat lunak simulasi dengan lama waktu simulasi 100 hari kerja (7 jam kerja setiap harinya) dan eksperimen sebanyak 27648 kali. Dengan merubah nilai variabel sesuai tabel desain di atas, maka akan diperoleh *output* data *Profit* sebanyak 27648 data yang berbentuk distribusi.

### Tahap Evaluasi Hasil

Dari *output* simulasi dapat langsung diketahui nilai *profit* perhari dari model layanan servis. Nilai *profit* perhari ini membentuk suatu distribusi yang memiliki nilai statistik tertentu. Berdasarkan statistik tersebut, *output profit* yang memiliki *mean* tertinggi dan atau varian terendah akan mengacu pada nilai yang optimal pada variabel/faktor *manpower*, *stall* dan stok 10 *item* suku cadang.

Untuk analisa lebih lanjut *output* hasil simulasi ini digunakan metode ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk memeriksa pengaruh variabel/faktor terhadap respon/*output*.

Uji hipotesis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$  (variabel/faktor tidak berpengaruh pada respon/*output*)

$H_1$ : paling sedikit satu  $\tau_i \neq 0$ ,  $i = 1, 2, 3$  dan seterusnya (variabel/faktor berpengaruh pada respon/*output*)

Hipotesis awal  $H_0$  akan ditolak apabila nilai F melebihi  $F_{(\alpha, v_1, v_2)}$  atau *p-value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$ .

## HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Tabel berikut ini menggambarkan data *output* simulasi yaitu *profit* perhari yang diurutkan berdasarkan nilai *mean*-nya:

Tabel 3. Data *Ranking Profit*

Rank	Run	Variable/Factor													Output (Profit)
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	888	11	7	3	60	55	11	11	10	10	4	5	5	5	11,364,925
2	6869	11	9	3	60	22	27	11	4	10	4	5	2	2	11,352,291
3	12214	12	7	5	60	55	27	5	10	10	4	5	2	5	11,334,902
4	8998	11	9	5	60	55	11	5	10	4	4	5	2	5	11,313,551
5	992	11	7	3	60	55	27	11	4	10	9	5	5	5	11,312,080
6	7072	11	9	3	60	55	27	5	4	10	9	5	5	5	11,303,212
7	6002	11	8	5	60	55	11	11	10	10	4	2	2	5	11,283,824
8	14208	12	8	4	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	11,279,675
9	7130	11	9	3	60	55	27	11	4	10	9	2	2	5	11,266,395
10	12278	12	7	5	60	55	27	11	10	10	4	5	2	5	11,263,845





...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27639	20481	14	7	5	24	22	11	5	4	4	4	2	2	2	8,810,947
27640	24003	14	8	5	24	55	27	11	4	4	4	2	5	2	8,808,988
27641	19655	14	7	4	24	22	27	11	4	4	4	5	5	2	8,804,875
27642	26644	14	9	5	24	22	11	5	4	10	4	2	5	5	8,796,721
27643	23563	14	8	5	24	22	11	5	4	4	9	2	5	2	8,744,251
27644	27393	14	9	5	60	55	11	5	4	4	4	2	2	2	8,738,892
27645	24683	14	9	3	24	22	11	11	10	4	9	2	5	2	8,733,919
27646	18561	14	7	3	24	22	27	5	4	4	4	2	2	2	8,728,282
27647	23755	14	8	5	24	22	27	11	4	4	9	2	5	2	8,695,230
27648	20619	14	7	5	24	22	27	5	4	4	9	2	5	2	8,548,790

Keterangan variabel:

A: Manpower, B: Stall servis, C: Stall Parkir, D: Stok Part1, E: Stok Part2, F: Stok Part3, G: Stok Part4, H: Stok Part5, I: Stok Part6, J: Stok Part7, K: Stok Part8, L: Stok Part9, M: Stok Part10

Adapun resume interpretasi hasil uji hipotesis dengan Analisis Varian dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Interpretasi Uji Hipotesis

Variabel	F value	P value	Interpretasi
Manpower	7370.93	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StlServis	9.59	0.002	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StlParkir	6.43	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart1	11261.9	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart2	191.39	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart3	656.82	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart4	260.9	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart5	248.28	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart6	3695.57	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart7	57.31	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart8	3612.86	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart9	31.0	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart10	5152.75	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit





## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model simulasi dapat merepresentasikan secara parsial sistem layanan servis dan suku cadang sehingga dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan dan pengembangan.
2. Nilai *Output Profit* perhari maksimum dicapai pada Run ke-888 dengan nilai Rp. 11.364.925.
3. Komposisi variabel optimal yang menyebabkan *profit* yang maksimum tersebut adalah: *Manpower* = 11 orang, (Teknisi = 9 orang, Reception = 1 orang, Administrasi = 1 orang), *Stall servis* = 7 *stall*, *Stall parkir* = 3 *stall*, *Stok Part1* = 60 pcs, *Stok Part2* = 55 pcs, *Stok Part3* = 11 pcs, *Stok Part4* = 11 pcs, *Stok Part5* = 10 pcs, *Stok Part6* = 10 pcs, *Stok Part7* = 4 pcs, *Stok Part8* = 5 pcs, *Stok Part9* = 5 pcs, dan *Stok Part10* = 5 pcs
4. Seluruh variabel memiliki pengaruh signifikan pada *profit* ditandai dengan *P value* yang lebih kecil dari 0.05

Saran untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Dalam mendesain suatu sistem layanan servis dan suku cadang, perusahaan dapat menggunakan model simulasi ini sebagai acuan penentuan variabel utama seperti jumlah *manpower*, *stall* dan stok suku cadang dengan komposisi optimal seperti pada hasil penelitian.
2. Model dalam penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih luas dengan mengakomodasi tipe kendaraan yang lebih banyak dan variabel atau faktor yang lebih variatif agar hasil analisisnya lebih mendekati kebutuhan perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asep, (2008), "*Pemilihan Kebijakan Sistem Penggantian Spare Part pada Perusahaan Consumer Good*", Tesis, MMT ITS, Surabaya.
- Badan Pusat Statistik (2014), *Berita Resmi Statistik: Pertumbuhan Ekonomi Indonesia*, No. 16/02/Th. XVII, BPS, Jakarta.
- Chase, Richard dan Jacobs, Robert, (2006), *Operation Management for Competitive Advantage*, McGraw Hill, USA.
- Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia, (2014), *Domestic Auto Market Jan-Des 2013*, Gaikindo, Jakarta.
- Iriawan, Astuti, (2006), *Mengolah Data Statistik dengan Minitab 14*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Kelton, Sadowski, (2007), *Simulation with Arena*, McGraw Hill, USA.
- Law, Averill, (2000), *Simulation Modeling and Analysis*, McGraw Hill, USA.
- Montgomery, Douglas, (2013), *Design and Analysis of Experiment*, John Wiley & Sons, USA.
- Satya, Bonnet, (2007), *Simulasi: Teori dan Aplikasinya*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Sidehabi, Sitti, (2006), "*Analisa Sistem Produksi untuk Meningkatkan Output Produksi melalui Penambahan Fasilitas Produksi*", Tesis, MMT ITS, Surabaya.





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

PRESENTASI TESIS

# OPTIMASI SUMBERDAYA LAYANAN *SERVICE* UNTUK MEMAKSIMALKAN *PROFIT* DI AUTO2000 SUNGKONO DENGAN METODE SIMULASI

OLEH :

AHMAD AZKIA  
9111201413

DOSEN PEMBIMBING :

PROF. DR. IR. ABDULLAH SHAHAB M.SC

**Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS**  
**Jurusan Manajemen Industri**  
**2015**



The background of the slide features a repeating pattern of blue gears, each containing a yellow lotus flower. The gears are arranged in a grid, and the lotus flowers are centered within each gear. The word "PENDAHULUAN" is overlaid in the center of the slide.

# PENDAHULUAN



# LATAR BELAKANG

## Bisnis otomotif berperan penting pada perekonomian

- Kontribusi PDB 2013 sektor pengangkutan dan komunikasi Rp. 636,9 T (tumbuh 10,19%)
- Penjualan kendaraan roda empat tahun 2013 : 1.229.901 unit

## Layanan *dealer* resmi :

- Penjualan unit baru
- Servis dan suku cadang

## Produk layanan jasa servis di PT. Astra Toyota (Auto2000)

- Servis berkala (1000 km dan kelipatan 10000 km)
- Perbaikan umum
- Penjualan suku cadang









# FINANCIAL KPI

FINANCIAL KPI	Tahun		Naik/Turun
	2013	2014	
Total Unit Sales	2,382	1,880	-21%
Total Unit Entry Service	27,537	28,220	2%
<b>Gross Sales</b>			
Unit & Accessories	460,222,036	354,069,928	-23%
Service & Part	29,340,868	31,469,829	7%
<b>Total</b>	489,562,903	385,539,757	-21%
<b>Gross Profit</b>			
Unit & Accessories	45,257,225	26,195,881	-42%
Service & Part	10,434,341	11,094,446	6%
<b>Total</b>	55,691,566	37,290,326	-33%
Operational Expense	18,917,171	24,190,417	28%
Net Profit	36,774,395	13,099,909	-64%



# KOMPOSISI *OPEX*

OPEX	Nilai	%
Employee Compensation	7,075,083	37%
Bunga R/C	2,246,198	12%
Rent Expense	1,170,652	6%
Marketing and Publicity	1,040,322	5%
Advertising and Promotion	1,015,377	5%
Repair and Maintenance	971,078	5%
Office Expenses	863,226	5%
Tax & Licenses	745,656	4%
Other Internal Allocation	472,251	2%
Depreciation	467,468	2%
Utility and Energy	428,113	2%
Security Expense	372,845	2%
Jamsostek & Pension	372,474	2%
Communications	280,934	1%
Transportation & Travelling	235,844	1%
Predelivery Inspection	154,176	1%
Uniform	146,056	1%
Bank Charges	141,943	1%
Representation & Entertainment	131,090	1%
Insurance Expense	125,666	1%
Professional Fees	124,185	1%
Others	336,536	2%
<b>TOTAL OPEX</b>	<b>18,917,171</b>	<b>100%</b>



# LATAR BELAKANG

Faktor yang mempengaruhi profitabilitas bisnis *service & part* :

## 1. Revenue

- Jasa servis
- Suku cadang

## 2. Cost :

- Biaya *manpower*
- Biaya lahan (*stall*)
- Biaya inventori
- Biaya lainnya : listrik, air, telekomunikasi, dll

## 3. Loss :

- Loss karena *manpower* dan *stall*
- Loss karena stok part

Tantangan profitabilitas :

Sumberdaya yang terlalu kecil akan menyebabkan loss dan ketidakpuasan pelanggan, sebaliknya sumberdaya yang berlebih akan menyebabkan cost yang tinggi





# PERBANDINGAN PENELITIAN

## Penelitian terdahulu

- Sidehabi, Sitti (2006) : Analisa Sistem Produksi untuk Meningkatkan Output Produksi melalui Penambahan Fasilitas Produksi dengan Metode Simulasi.

## Penelitian yang dilakukan

- Menciptakan model simulasi sistem layanan *service & part*
- Menjalankan simulasi dengan 13 variabel : manpower, *stall* servis, *stall* parkir dan 10 item suku cadang
- Analisis hasil untuk menentukan komposisi optimal variabel (sumberdaya) yang memaksimalkan *profit*





# PERUMUSAN MASALAH

**Bagaimana menentukan komposisi optimal sumberdaya**

- Manpower
- Stall
- Stok suku cadang

**untuk memaksimalkan profit perusahaan**



## TUJUAN PENELITIAN

1. Menciptakan model simulasi sistem layanan *service* dan *parts* di AUTO2000 Sungkono
2. Menentukan komposisi optimal sumberdaya *manpower*, *stall* dan suku cadang untuk memaksimalkan *profit* perusahaan

## MANFAAT PENELITIAN

1. Memperoleh model simulasi sistem layanan *service* dan *part* untuk keperluan analisis dan pengembangan
2. Mendapatkan acuan komposisi sumberdaya yang optimal untuk memaksimalkan profit perusahaan
3. Membantu upaya meningkatkan kepuasan pelanggan dan kinerja bisnis *service* dan *part* AUTO2000



## BATASAN

1. Referensi data pada periode Oktober-Desember 2013
2. Jenis kendaraan mengacu pada tipe Avanza
3. Variabel yang digunakan : *manpower*, *stall* servis, *stall* parkir dan 10 item suku cadang

## ASUMSI

1. Kecepatan unit, pengaruh lingkungan, peralatan dan manusia dianggap konstan
2. Jam kerja perhari dianggap murni tujuh jam tanpa adanya lembur
3. Perhitungan biaya mengacu pada ketentuan perusahaan

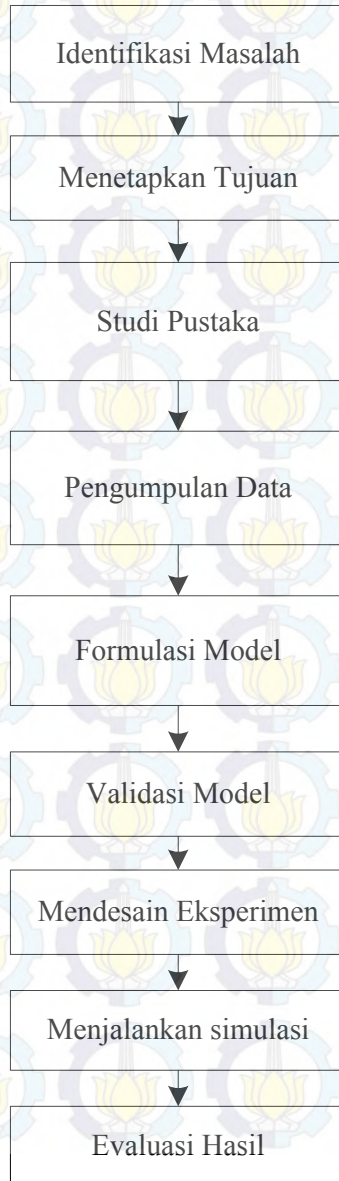




# METODE PENELITIAN



# RANCANGAN PENELITIAN



Bagaimana menentukan komposisi optimal sumberdaya perusahaan untuk memaksimalkan profit

Memperoleh komposisi optimal manpower, stal dan stok suku cadang

*Simulation modelling*  
*Design experiment*  
*Statistic analysis*

Alur proses servis, unit entry bengkel, waktu kedatangan pelanggan, waktu proses servis, penjualan part, harga jasa & part, biaya manpower, biaya stal, biaya inventori

Membuat model konseptual  
Implementasi pada software simulasi (Arena™)  
Menentukan distribusi data untuk *entity* dan *process*

*Error checking program*  
Uji statistik perbandingan dengan sistem nyata

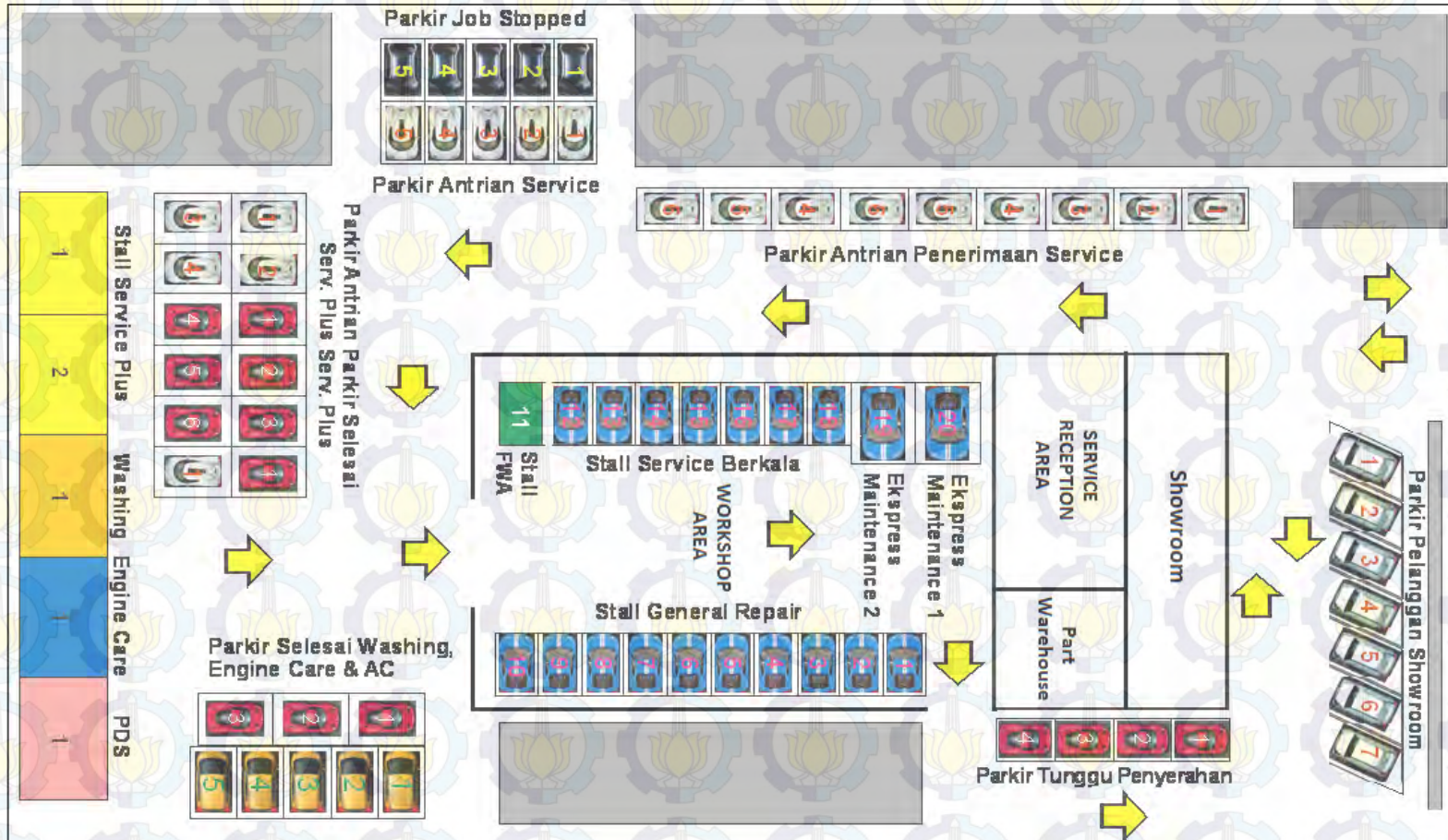
Menentukan level tiap variabel/faktor  
Membuat tabel desain eksperimen

Eksekusi simulasi pada *software* Arena™

Analisis output dengan metoda statistik



# LAY OUT WORKSHOP





# ILUSTRASI MODEL

6 Stall Servis

8 Manpower

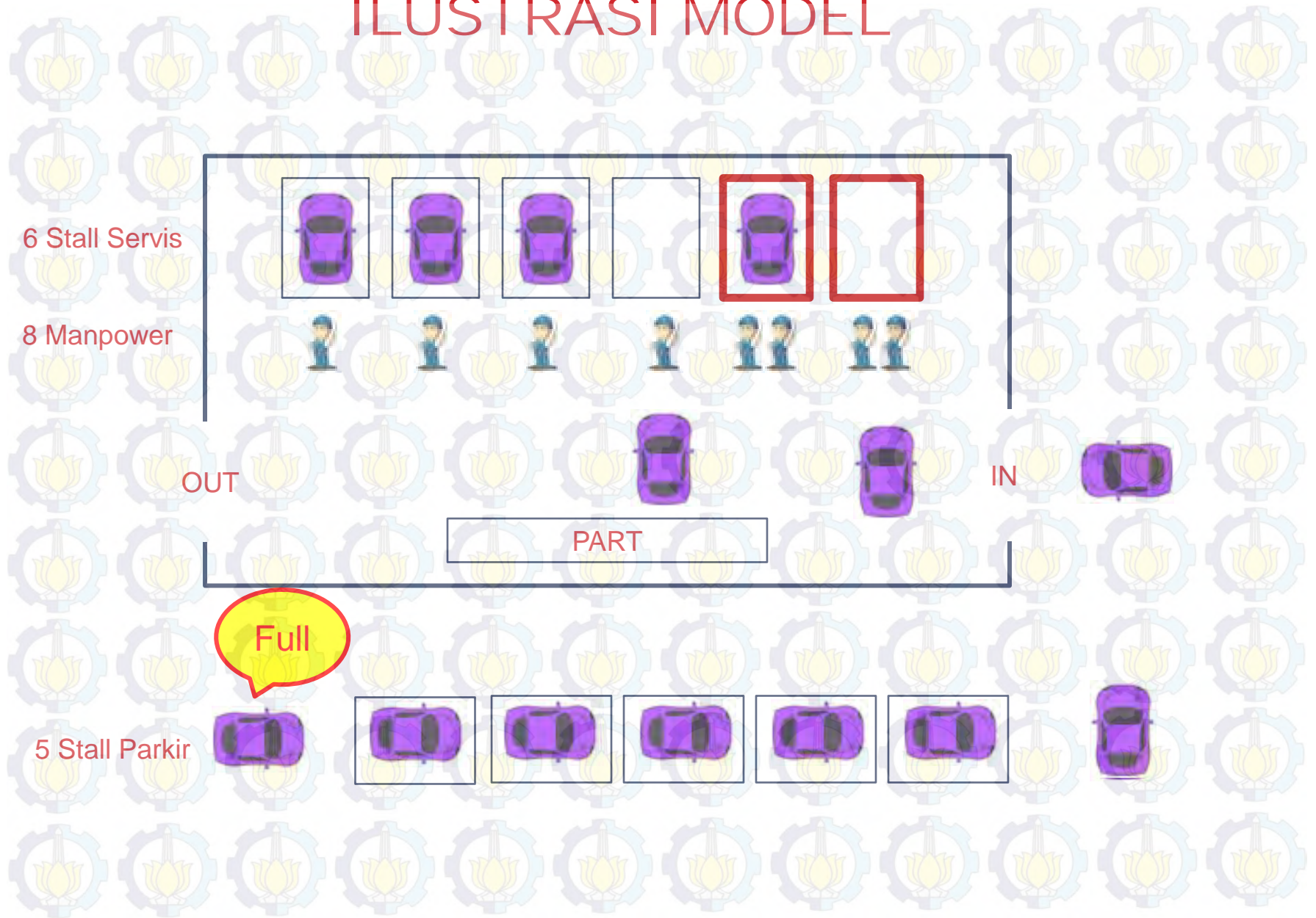
OUT

PART

IN

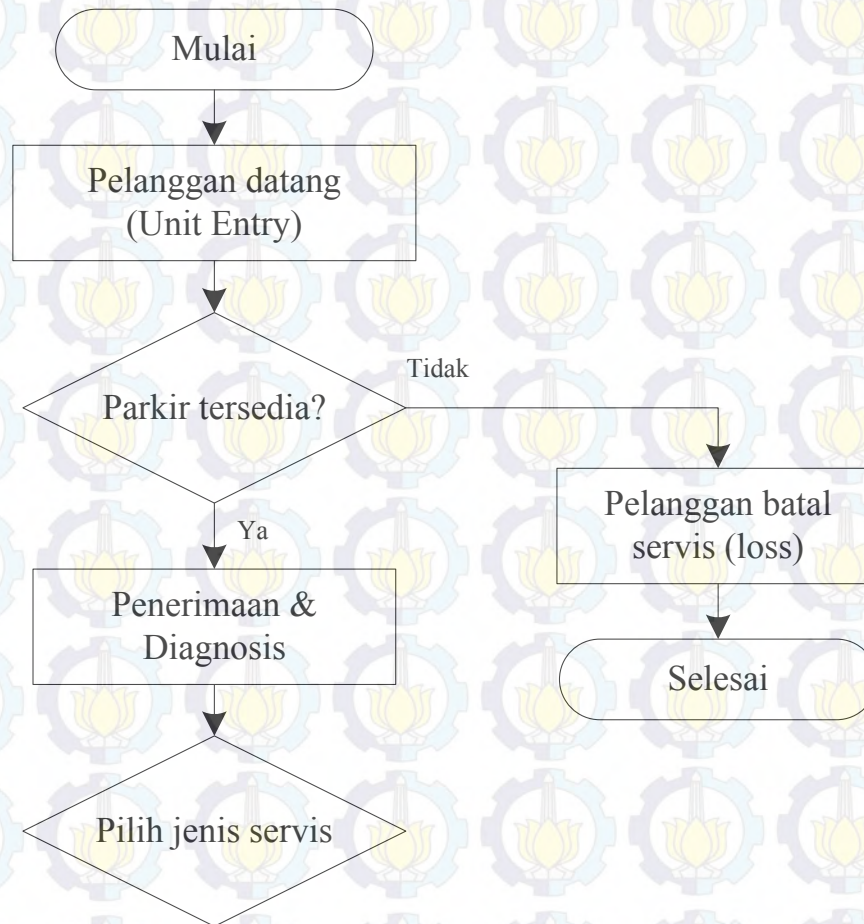
Full

5 Stall Parkir



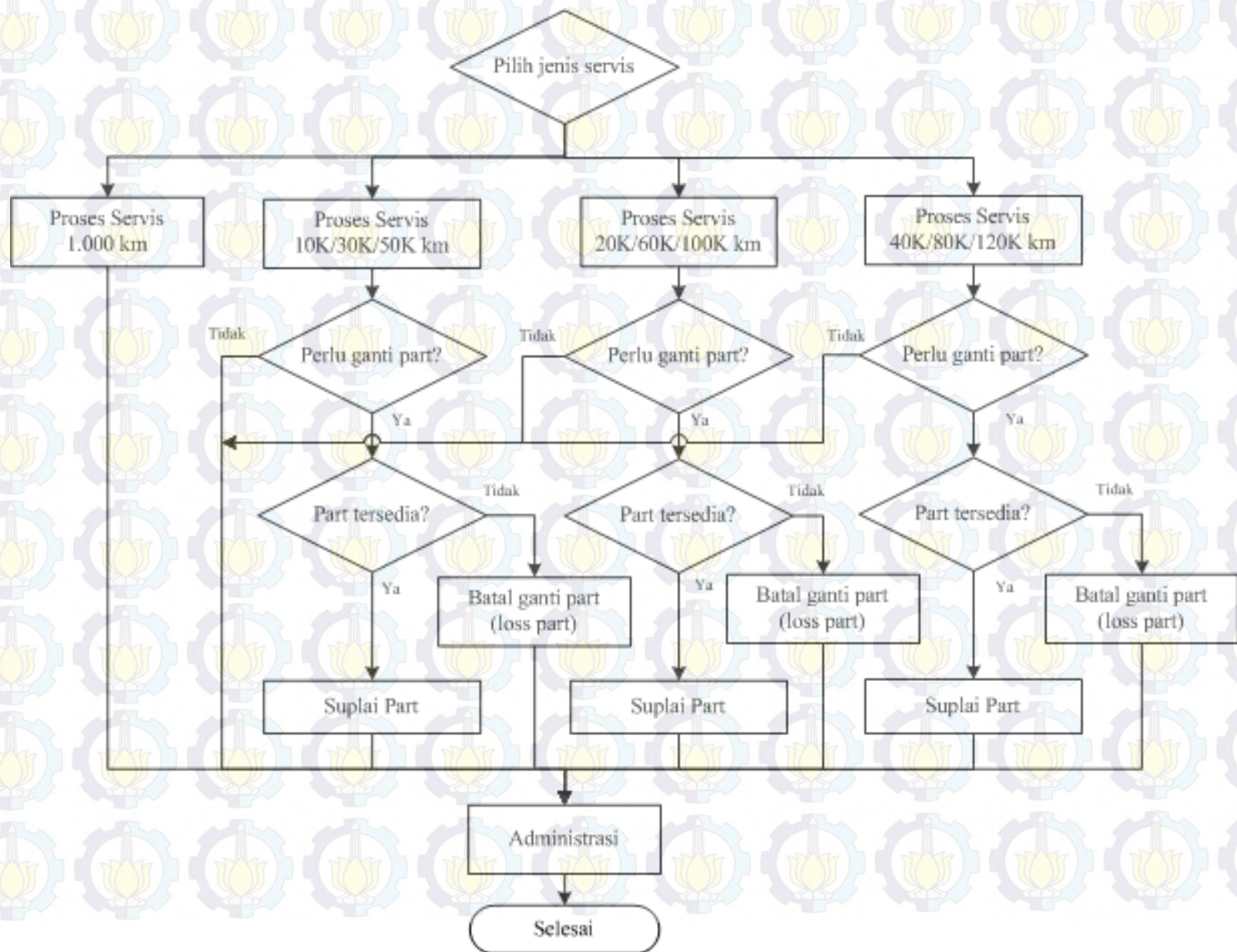


# MODEL KONSEPTUAL





# MODEL KONSEPTUAL





# TABEL DESAIN EKSPERIMEN

RunOrder	Variable/Factor												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27639	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
27640	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
27641	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
27642	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
27643	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
27644	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
27645	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
27646	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
27647	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
27648	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

## Keterangan variabel/faktor

A : Manpower (3 level)

B : Stal servis (3 level)

C : Stal parkir (3 level)

D : Stok Part1 (2 level)

E : Stok Part2 (2 level)

F : Stok Part3 (2 level)

G : Stok Part4 (2 level)

H : Stok Part5 (2 level)

I : Stok Part6 (2 level)

J : Stok Part7 (2 level)

K : Stok Part8 (2 level)

L : Stok Part9 (2 level)

M : Stok Part10 (2 level)





# ANALISIS DATA HASIL SIMULASI

1. Analisis statistik data output (*Profit*) untuk menentukan nilai maksimal.
2. Analisis Varian untuk mengetahui pengaruh variabel/faktor (*Manpower, Stall, Part*) terhadap output (*Profit*)





## HASIL YANG DIHARAPKAN

1. **Alternatif skenario atau komposisi variabel/faktor optimal yang memberikan profit maksimal**
2. **Variabel/faktor dominan yang memberikan pengaruh signifikan pada profit perusahaan**





# PENGUMPULAN DATA



# JENIS SERVIS

Jenis Layanan	Unit	%
Servis Berkala	3943	54.7%
Perbaikan Umum	3270	45.3%
<b>Total</b>	<b>7213</b>	<b>100.0%</b>

Kategori	Total Unit	%
1K	526	13.3%
10K/30K/50K/70K/90K dst	2001	50.7%
20K/60K/100K dst	909	23.1%
40K/80K dst	508	12.9%
<b>Total</b>	<b>3943</b>	<b>100.0%</b>



# WAKTU PROSES

Jenis Data	Mean	Stdev
Time Between Arrival (Customer Unit Entry)	0:18:01	0:13:38
Reception	0:04:18	0:02:00
Servis Berkala 1K	0:31:14	0:15:16
Servis Berkala 1K 2 Man	0:15:37	0:07:38
Servis Berkala 10K	1:23:39	0:17:38
Servis Berkala 10K 2 Man	0:41:49	0:08:49
Servis Berkala 20K	1:44:53	0:33:34
Servis Berkala 20K 2 Man	0:52:26	0:16:47
Servis Berkala 40K	1:58:16	0:45:21
Servis Berkala 40K 2 Man	0:59:02	0:22:37
Administrasi	0:05:47	0:05:36



# PART

No Material	Deskripsi	Monthly Average Demand	Harga
08880-83220	ENGINE OIL	298.13	260,000
15601-BZ010	OIL FILTER	270.6	35,000
9004A-91032	SPARK PLUG	132.8	86,000
17801-BZ050	ELEMENT S/A, AIR CLEANER	50.7	130,000
08823-80011	BRAKE FLUID	48.8	67,000
08885-80930	GEAR OIL	47.9	275,000
08886-81130	POWER STEERING FLUID	42.5	49,500
04465-BZ010	PAD KIT, DISC BRAKE	22.5	425,000
08889-80100	SUPER LONG LIFE COOLANT	22.1	31,900
28800-YZZNJ	BATTERY	21.0	571,000



# BIAYA

## Biaya Suku Cadang

- a. *Cost of Good Sold (COGS)*. Besarnya 70% dari harga *pricelist*.
- b. *Inventory cost*. Perhitungannya mengacu pada :
  - Bunga RC (*Return of Capital*) pertahun : 12%
  - Bunga RC perhari : 0.03%

## Biaya Manpower

- a. Gaji pokok : Rp. 2.700.000
- b. Tunjangan makan dan transportasi : Rp. 975.000
- c. Total : Rp. 3.675.000
- d. Cost (biaya) perhari : Rp. 147.000

## Biaya Stall

- a. Sewa *stall* pertahun : Rp. 5.000.000
- b. Sewa *stall* perhari : Rp. 16.667





# PENGOLAHAN DATA



# DISTRIBUSI WAKTU

Jenis Data	Distribusi
Time Between Arrival (Customer Unit Entry)	GAMM(20.7, 0.87)
Reception	$1 + 9 * \text{BETA}(1.37, 2.36)$
Servis Berkala 1K	$9.5 + \text{WEIB}(23.9, 1.44)$
Servis Berkala 1K 2 Man	$5 + \text{WEIB}(11.3, 1.27)$
Servis Berkala 10K	$59.5 + 63 * \text{BETA}(0.839, 1.27)$
Servis Berkala 10K 2 Man	$30 + 31 * \text{BETA}(0.666, 1.01)$
Servis Berkala 20K	$61 + 164 * \text{BETA}(0.984, 2.69)$
Servis Berkala 20K 2 Man	$30 + 83 * \text{BETA}(1.03, 2.79)$
Servis Berkala 40K	$60 + 226 * \text{BETA}(0.968, 2.78)$
Servis Berkala 40K 2 Man	$30 + 113 * \text{BETA}(0.967, 2.8)$
Administrasi	$1 + \text{EXPO}(4.79)$



# PROBABILITAS

Kategori	Total Unit	Probailitas
1K	526	13.3%
10K/30K/50K/70K/90K dst	2001	50.7%
20K/60K/100K dst	909	23.1%
40K/80K dst	508	12.9%
<b>Total</b>	<b>3943</b>	<b>100.0%</b>

Item	Qty Unit	Total Unit	Probabilitas
ENGINE OIL	298.1	328.6	90.7%
OIL FILTER	270.6	328.6	82.4%
SPARK PLUG	132.8	328.6	40.4%
ELEMENT S/A, AIR CLEANER	50.7	328.6	15.4%
BRAKE FLUID	48.8	328.6	14.8%
GEAR OIL	47.9	328.6	14.6%
POWER STEERING FLUID	42.5	328.6	12.9%
PAD KIT, DISC BRAKE	22.5	328.6	6.8%
SUPER LONG LIFE COOLANT	22.1	328.6	6.7%
BATTERY	21.0	328.6	6.4%



# LOSS SERVICE

Item	Qty	Probabilitas	Harga	Prob x Harga
<b>Jasa Servis</b>				
1K	526	13.3%	180,400	24,066
10K/30K/50K/70K/90K dst	2001	50.7%	414,920	210,564
20K/60K/100K dst	909	23.1%	451,000	103,971
40K/80K dst	508	12.9%	541,200	69,726
<b>Subtotal</b>				<b>408,327</b>
<b>Part</b>				
ENGINE OIL	298.1	90.7%	260,000	235,901
OIL FILTER	270.6	82.4%	35,000	28,826
SPARK PLUG	132.8	40.4%	86,000	34,746
ELEMENT S/A, AIR CLEANER	50.7	15.4%	130,000	20,040
BRAKE FLUID	48.8	14.8%	67,000	9,944
GEAR OIL	47.9	14.6%	275,000	40,071
POWER STEERING FLUID	42.5	12.9%	49,500	6,400
PAD KIT, DISC BRAKE	22.5	6.8%	425,000	29,059
SUPER LONG LIFE COOLANT	22.1	6.7%	31,900	2,141
BATTERY	21.0	6.4%	571,000	36,557
<b>Subtotal</b>				<b>443,686</b>
<b>Total</b>				<b>852,013</b>



# INITIAL VARIABLE

Item	Standar prod (UE/hari)	Unit entry (UE)/hari	Jumlah resource (dibulatkan)		
			Max	Med	Min
Teknisi	3	29.4	12	10	9
Reception & Admin	2	29.4	2	2	2
Total Manpower	-	-	14	12	11
Stall Servis	3.5	29.4	9	8	7
Stall Parkir	-	-	5	4	3

ID	Deskripsi	Monthly Average Demand	Daily Demand	Min Safety Stock (days)	Initial Stock (Min)	Max Safety Stock (days)	Initial Stock (Max)
Part1	ENGINE OIL	298	11.9	2	24	5	60
Part2	OIL FILTER	271	10.8	2	22	5	55
Part3	SPARK PLUG	133	5.3	2	11	5	27
Part4	ELEMENT S/A, AIR CLEANER	51	2.0	2	5	5	11
Part5	BRAKE FLUID	49	2.0	2	4	5	10
Part6	GEAR OIL	48	1.9	2	4	5	10
Part7	POWER STEERING FLUID	42	1.7	2	4	5	9
Part8	PAD KIT, DISC BRAKE	22	0.9	2	2	5	5
Part9	SUPER LONG LIFE COOLANT	22	0.9	2	2	5	5
Part10	BATTERY	21	0.8	2	2	5	5

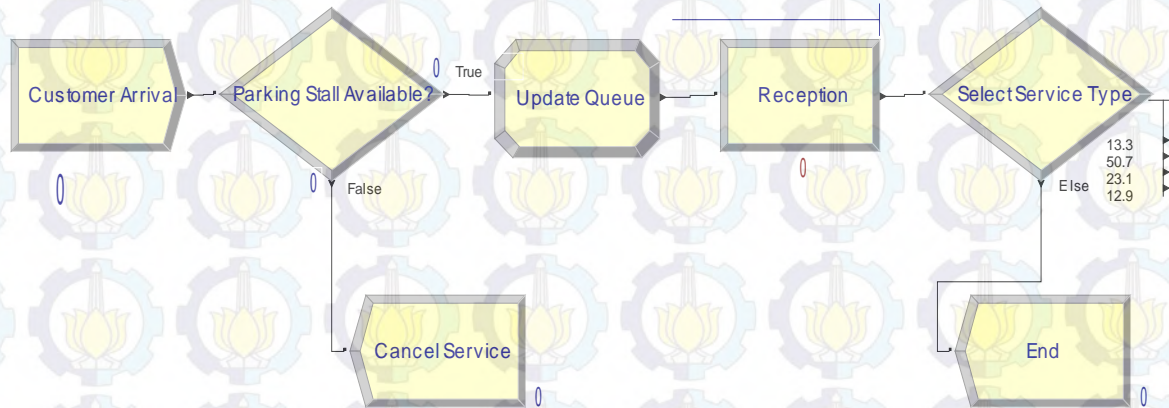


The background of the slide is a repeating pattern of blue gears and yellow lotus flowers. Each gear contains a lotus flower, and the pattern is arranged in a grid. The word "SIMULASI" is centered over this pattern.

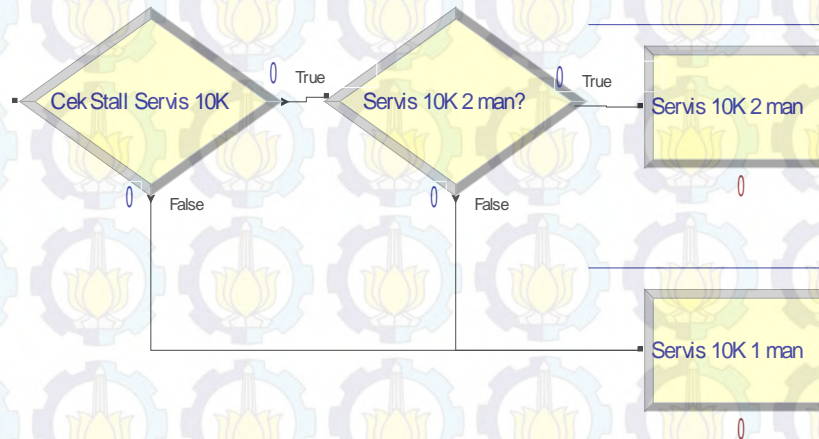
# SIMULASI



# DIAGRAM MODEL



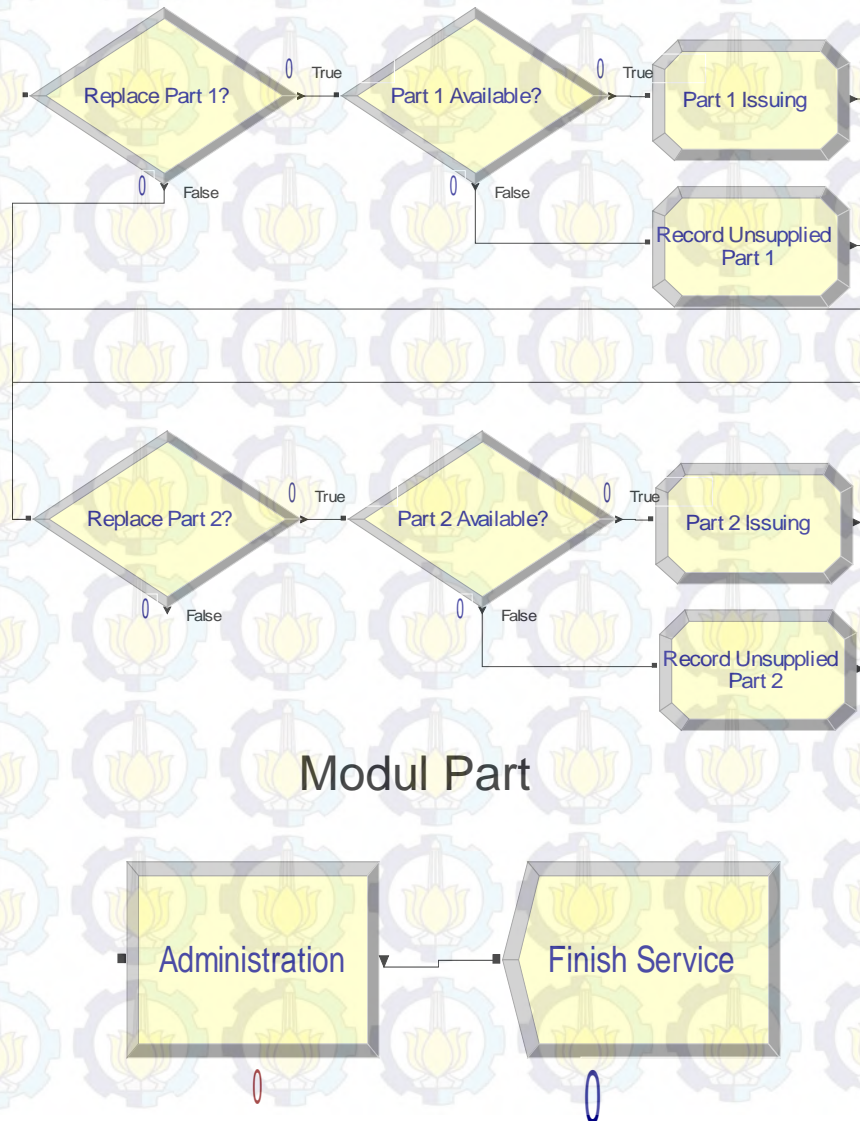
Modul Reception



Modul Servis



# DIAGRAM MODEL

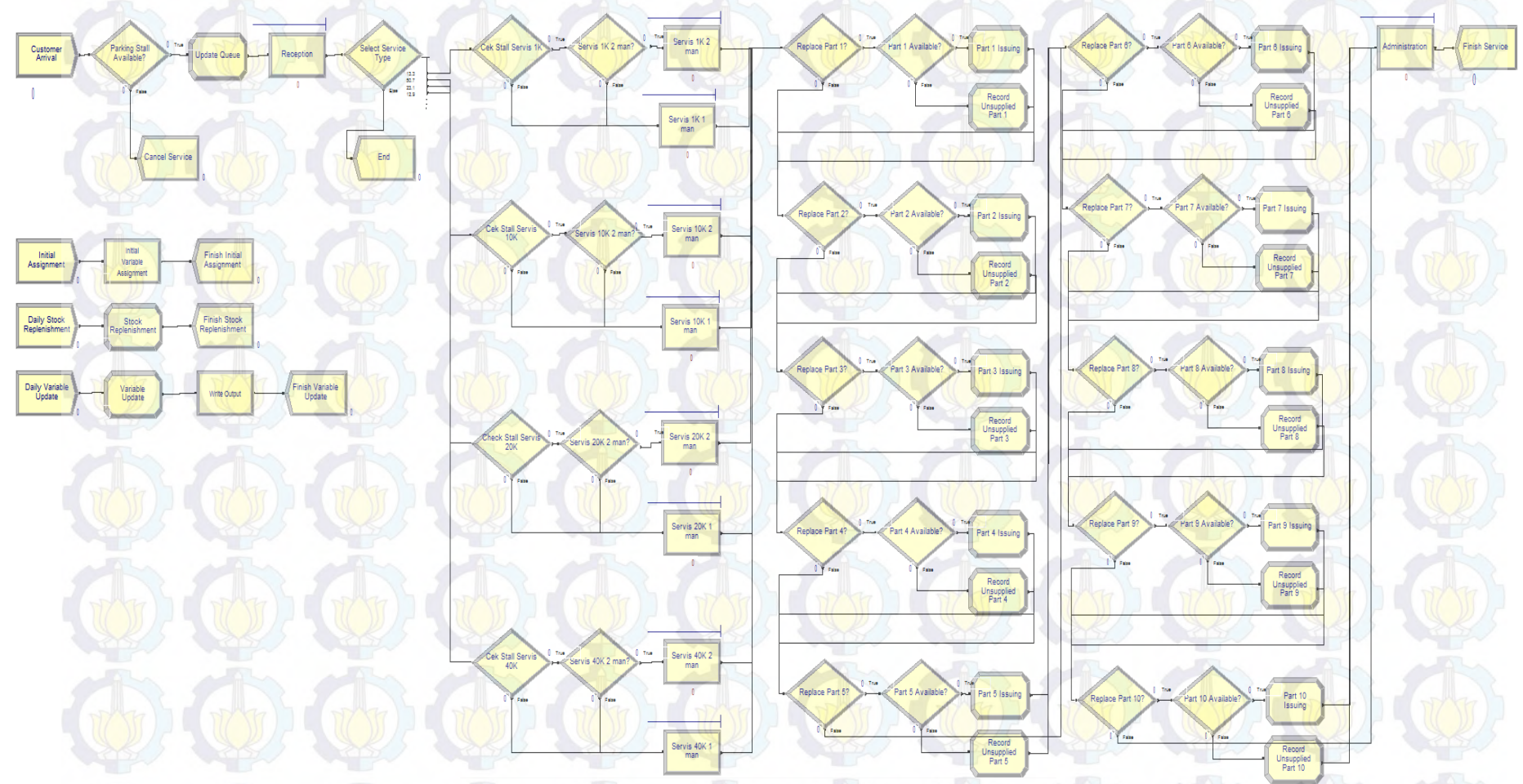


Modul Part

Modul Delivery



# DIAGRAM MODEL

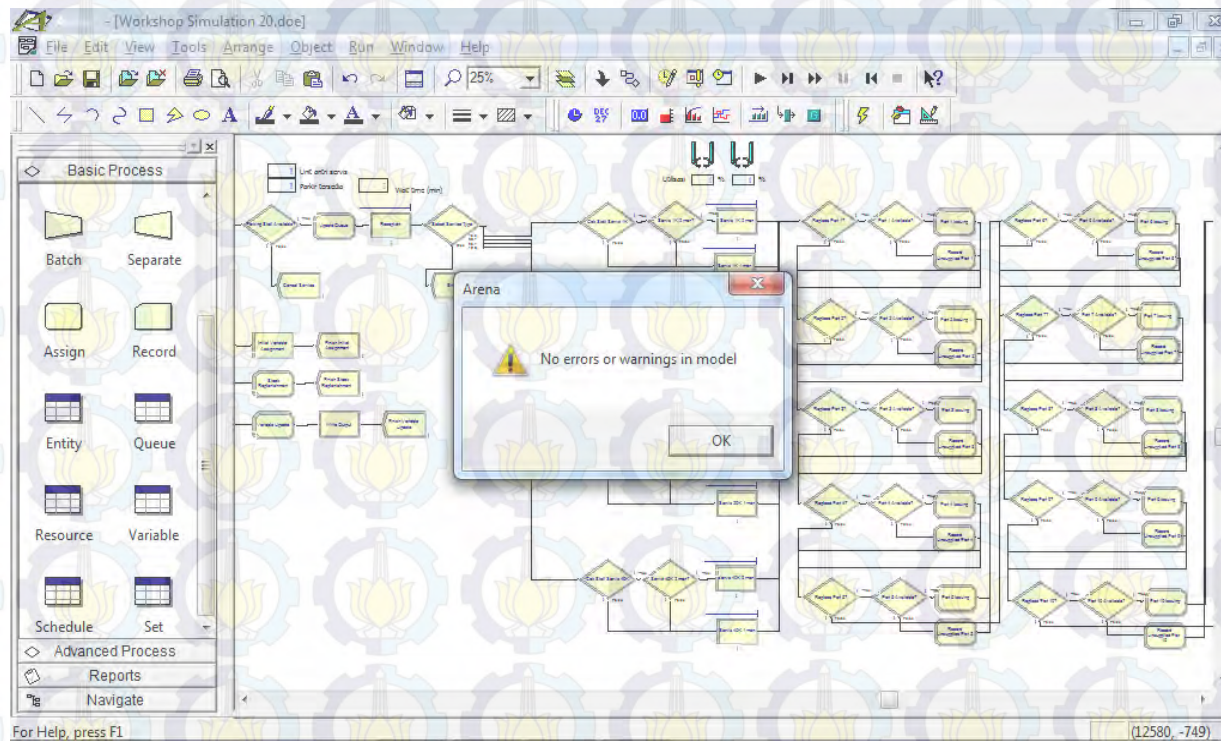


Total Modul



# VALIDASI

## Error Checking





# VALIDASI

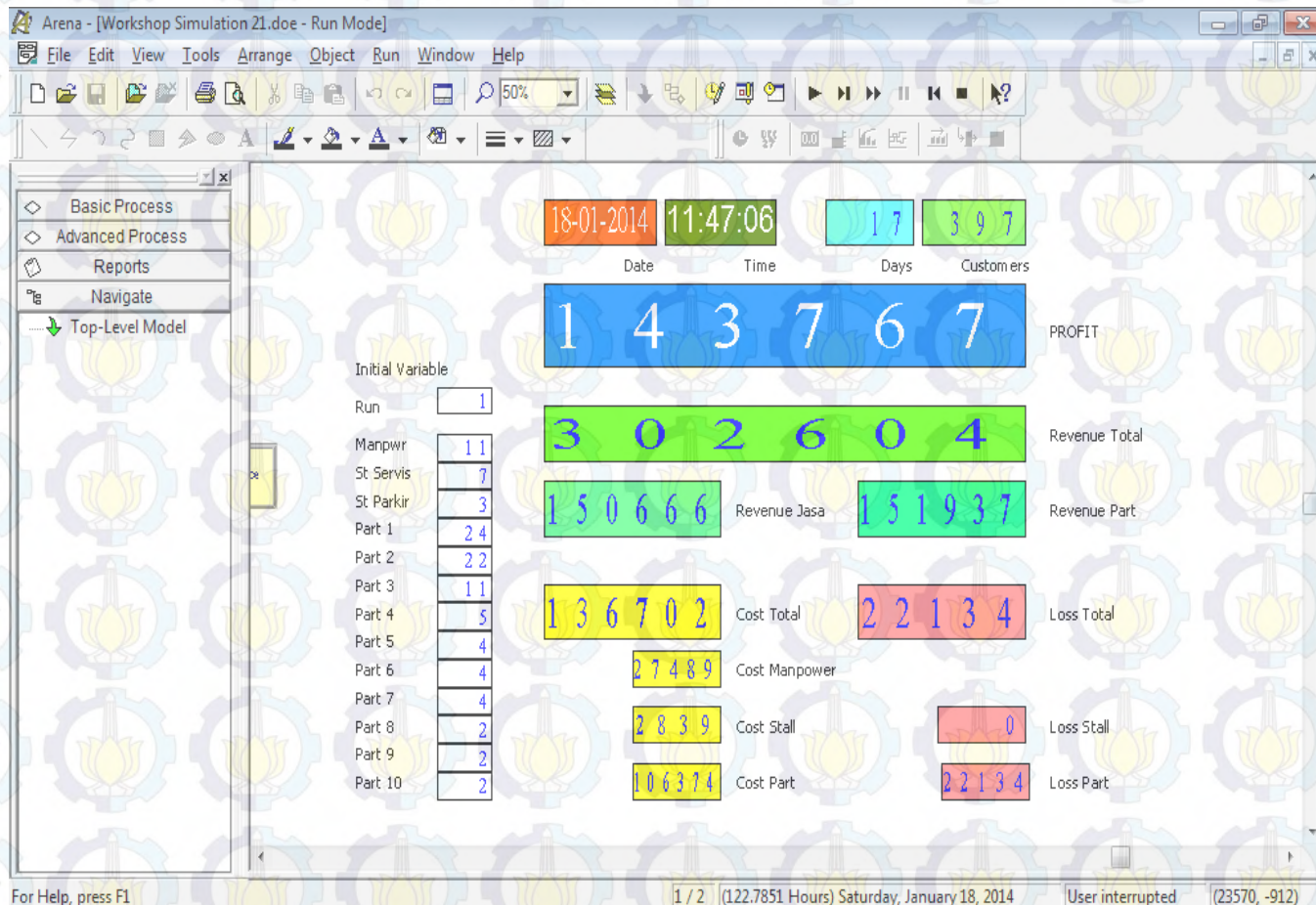
## *Uji Statistik perbandingan dgn sistem nyata*

Jenis Data	DF	T value	P value	Interpretasi
Time Between Arrival (Customer Unit Entry)	1984	-0.21	0.835	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Reception	410	-0.07	0.943	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Servis Berkala 1K	92	0.58	0.563	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Servis Berkala 1K 2 Man	92	-1.54	0.128	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Servis Berkala 10K	220	-0.08	0.936	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Servis Berkala 10K 2 Man	220	0.39	0.694	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Servis Berkala 20K	198	-0.43	0.665	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Servis Berkala 20K 2 Man	198	-0.54	0.590	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Servis Berkala 40K	198	-0.78	0.434	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Servis Berkala 40K 2 Man	198	-1.02	0.310	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata
Administrasi	946	0.21	0.835	H0 diterima, data model sesuai dengan sistem nyata



# OUTPUT

## *Real-time display*





# OUTPUT

Run	Variable/Factor													Output (Profit)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	2	2	2	9,611,559
2	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	2	2	5	9,763,539
3	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	2	5	2	9,725,144
4	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	2	5	5	10,113,469
5	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	5	2	2	9,643,634
6	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	5	2	5	9,825,937
7	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	5	5	2	9,805,733
8	11	7	3	24	22	11	5	4	4	4	5	5	5	10,105,972
9	11	7	3	24	22	11	5	4	4	9	2	2	2	9,778,679
10	11	7	3	24	22	11	5	4	4	9	2	2	5	9,694,757
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27639	14	9	5	60	55	27	11	10	10	4	5	5	2	9,711,669
27640	14	9	5	60	55	27	11	10	10	4	5	5	5	10,518,090
27641	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	2	2	2	9,734,385
27642	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	2	2	5	10,122,447
27643	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	2	5	2	9,724,043
27644	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	2	5	5	10,333,228
27645	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	2	2	10,267,626
27646	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	2	5	10,698,893
27647	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	5	2	10,176,263
27648	14	9	5	60	55	27	11	10	10	9	5	5	5	10,809,588



# ANALISIS MEAN

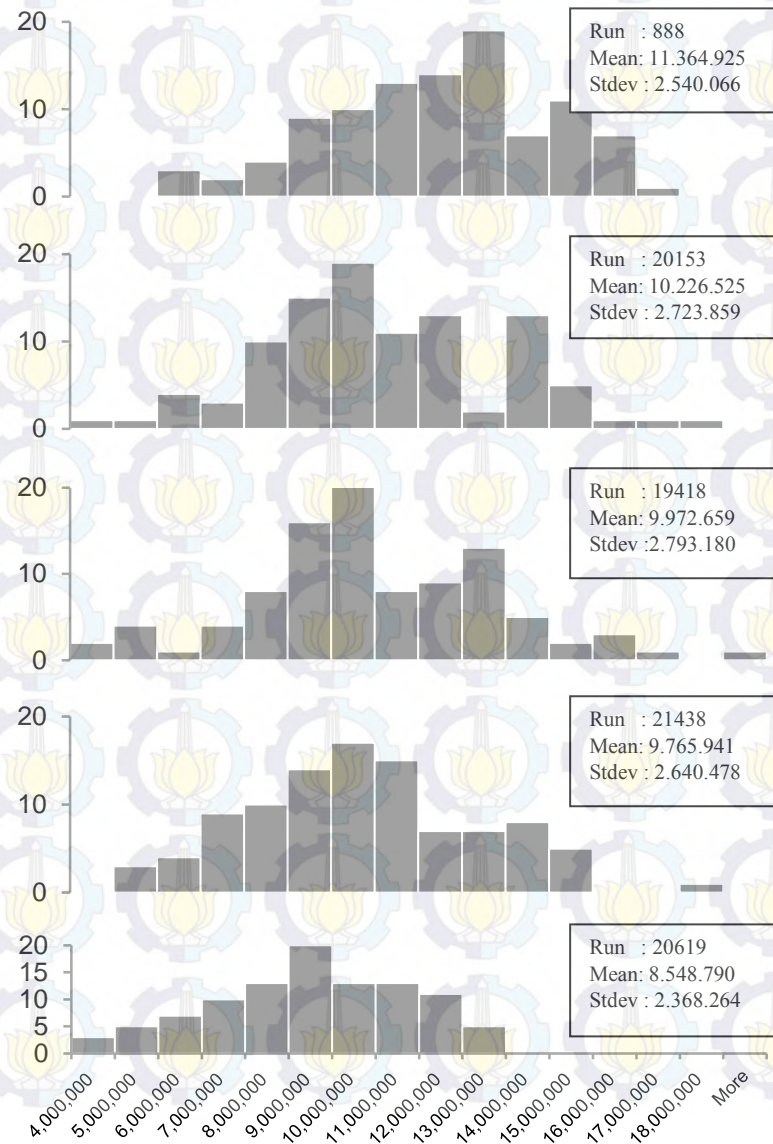
Rank	Run	Variable/Factor													Output (Profit)
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	888	11	7	3	60	55	11	11	10	10	4	5	5	5	11,364,925
2	6869	11	9	3	60	22	27	11	4	10	4	5	2	2	11,352,291
3	12214	12	7	5	60	55	27	5	10	10	4	5	2	5	11,334,902
4	8998	11	9	5	60	55	11	5	10	4	4	5	2	5	11,313,551
5	992	11	7	3	60	55	27	11	4	10	9	5	5	5	11,312,080
6	7072	11	9	3	60	55	27	5	4	10	9	5	5	5	11,303,212
7	6002	11	8	5	60	55	11	11	10	10	4	2	2	5	11,283,824
8	14208	12	8	4	60	55	11	11	10	10	9	5	5	5	11,279,675
9	7130	11	9	3	60	55	27	11	4	10	9	2	2	5	11,266,395
10	12278	12	7	5	60	55	27	11	10	10	4	5	2	5	11,263,845
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27639	20481	14	7	5	24	22	11	5	4	4	4	2	2	2	8,810,947
27640	24003	14	8	5	24	55	27	11	4	4	4	2	5	2	8,808,988
27641	19655	14	7	4	24	22	27	11	4	4	4	5	5	2	8,804,875
27642	26644	14	9	5	24	22	11	5	4	10	4	2	5	5	8,796,721
27643	23563	14	8	5	24	22	11	5	4	4	9	2	5	2	8,744,251
27644	27393	14	9	5	60	55	11	5	4	4	4	2	2	2	8,738,892
27645	24683	14	9	3	24	22	11	11	10	4	9	2	5	2	8,733,919
27646	18561	14	7	3	24	22	27	5	4	4	4	2	2	2	8,728,282
27647	23755	14	8	5	24	22	27	11	4	4	9	2	5	2	8,695,230
27648	20619	14	7	5	24	22	27	5	4	4	9	2	5	2	8,548,790



**Profit Maksimum  
Rp. 11.364.925  
Pada Run ke-888**



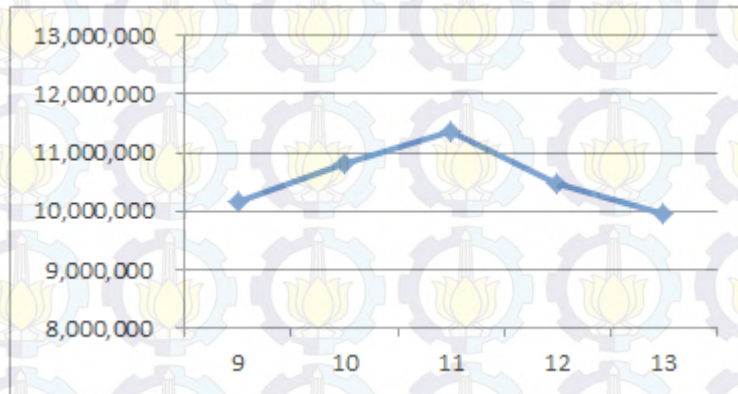
# ANALISIS GRAFIK



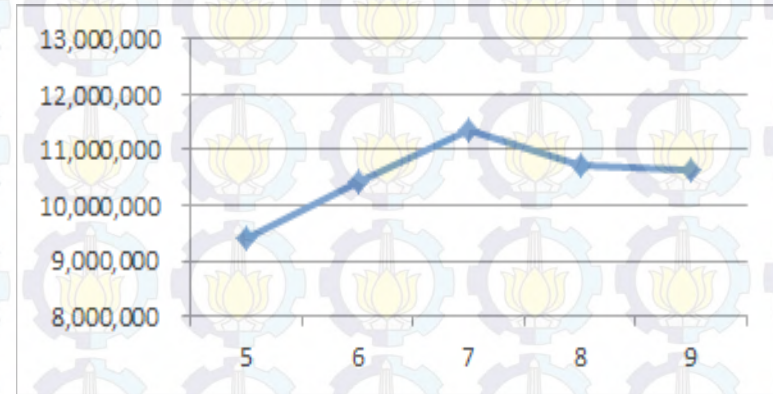


# ANALISA GRAFIK

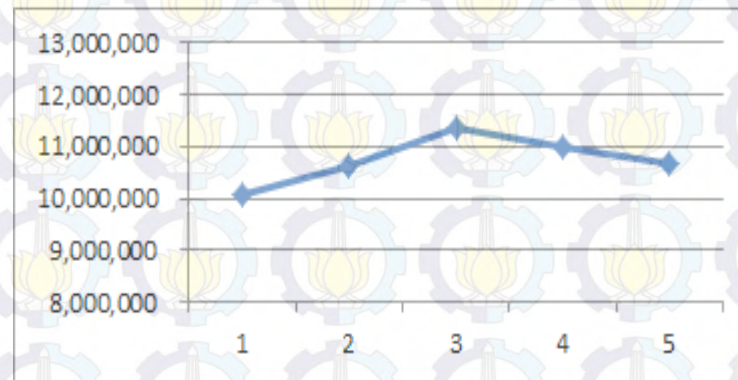
Pengaruh perubahan variabel terhadap profit



*Manpower*



*Stall Servis*



*Stall Parkir*

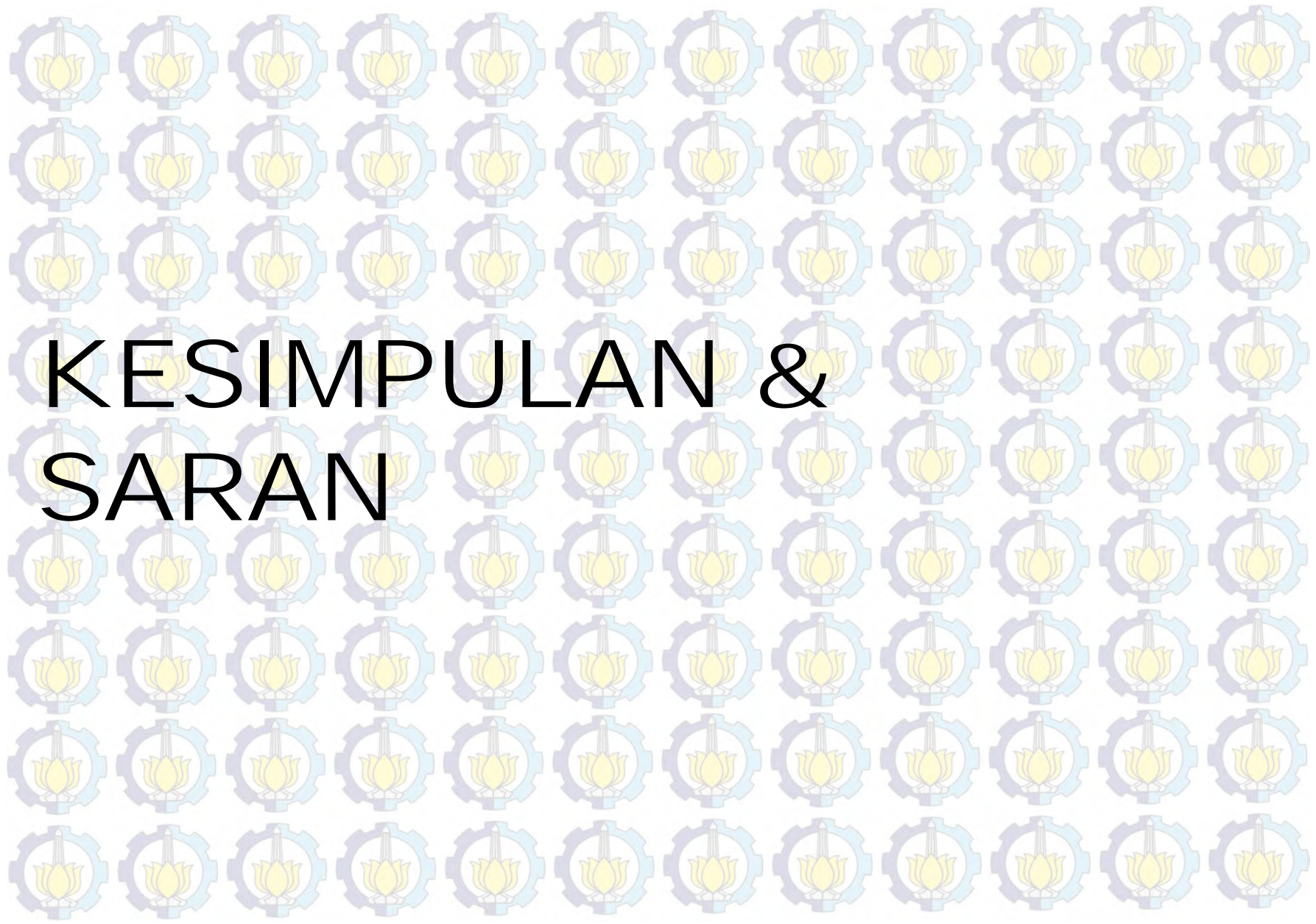


# ANALISIS VARIAN

Variabel	F value	P value	Interpretasi
Manpower	7370.93	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StlServis	9.59	0.002	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StlParkir	6.43	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart1	11261.9	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart2	191.39	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart3	656.82	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart4	260.9	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart5	248.28	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart6	3695.57	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart7	57.31	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart8	3612.86	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart9	31	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit
StkPart10	5152.75	0.000	H0 ditolak, ada pengaruh terhadap Profit

**Seluruh variabel berpengaruh signifikan terhadap profit**





# KESIMPULAN & SARAN



# KESIMPULAN

- **Model simulasi dapat merepresentasikan secara parsial sistem** layanan servis dan suku cadang sehingga dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan dan pengembangan.
- Nilai output **profit perhari maksimum** dicapai pada Run ke-888 dengan nilai Rp. 11.364.925.
- Komposisi **variabel optimal** yang menyebabkan profit yang maksimum tersebut adalah :
  - Manpower = 11 orang (Teknisi = 9 orang, Reception = 1 orang, Administrasi = 1 orang)
  - Stall servis = 7 stall, Stall parkir = 3 stall
  - Stok Part1 = 60 pcs, Stok Part2 = 55 pcs
  - Stok Part3 = 11 pcs, Stok Part4 = 11 pcs
  - Stok Part5 = 10 pcs, Stok Part6 = 10 pcs
  - Stok Part7 = 4 pcs, Stok Part8 = 5 pcs
  - Stok Part9 = 5 pcs, Stok Part10 = 5 pcs
- **Seluruh variabel memiliki pengaruh signifikan** pada profit ditandai dengan *P value* yang lebih kecil dari 0.05



# SARAN

- Dalam mendesain suatu sistem layanan servis dan suku cadang, **perusahaan dapat menggunakan model simulasi ini sebagai acuan penentuan variabel utama** seperti jumlah *manpower*, *stall* dan stok suku cadang dengan komposisi optimal seperti pada hasil penelitian.
- **Model dalam penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih luas** dengan mengakomodasi tipe kendaraan yang lebih banyak dan variabel/faktor yang lebih variatif agar hasil analisisnya lebih mendekati kebutuhan perusahaan.





TERIMA KASIH



[illegible][illegible]